



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Diseño estructural sismoresistente empleando fibra de  
neumático reciclado como aporte a la resistencia estructural,  
Asentamiento Humano Monterrey, Ate 2021.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

Candiotti Quispe, Kharen Giovana (ORCID: 0000-0003-0103-5312)

Nachucho Bances, Luis David (ORCID: 0000-0003-2001-9246)

**ASESOR:**

Mgtr. Sigüenza Abanto Robert Wilfredo (ORCID: 0000-0001-8850-8463)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

A mis padres Luis Candiotti y Lucia Quispe, a mis abuelos Mauricio y Andrea, por siempre confiar en mí y motivarme a alcanzar mis metas.

Kharen Candiotti

A mis padres e hijo por el apoyo, dedicación y motivación.

Luis Nachucho

### **Agradecimiento**

Agradecidos con Dios por darnos vida y que en esta pandemia mundial podamos cumplir nuestra meta de poder titularnos.

## Índice de contenidos

|   |      |
|---|------|
| Dedicatoria .....   | ii   |
| Agradecimiento .....                                      | iii  |
| Índice de contenidos .....                                | iii  |
| Índice de tablas .....                                    | v    |
| Índice de figuras .....                                   | viii |
| Resumen .....   | x    |
| Abstract .....  | xi   |
| I. INTRODUCCIÓN.....                                      | 1    |
| II. MARCO TEÓRICO.....                                    | 4    |
| III. METODOLOGÍA.....                                     | 222  |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación .....                 | 233  |
| 3.2. Variables y Operacionalización .....                 | 233  |
| 3.3. Población, Muestra y Muestreo.....                   | 244  |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 244  |
| 3.5. Procedimientos .....                                 | 255  |
| 3.6. Método de análisis de datos.....                     | 255  |
| 3.7. Aspectos Éticos.....                                 | 256  |
| IV. RESULTADOS.....                                       | 27   |
| V. DISCUSIÓN .....  | 68   |
| VI. CONCLUSIONES .....                                    | 73   |
| VII. RECOMENDACIONES .....                                | 75   |
| REFERENCIAS.....  | 77   |
| ANEXOS .....  | 82   |



## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Requisitos físicos para cemento Portland .....                                       | 12 |
| Tabla 2. Requisitos químicos para cemento Portland. ....                                      | 13 |
| Tabla 3. Límites de la granulometría del agregado fino. ....                                  | 13 |
| Tabla 4. Tamices para agregado grueso.....  | 15 |
| Tabla 5. Cuadro de valores máximos de las sustancias en el agua.....                          | 15 |
| Tabla 6. Requisitos de performance del concreto para el agua de mezcla .....                  | 16 |
| Tabla 7. Límites químicos opcionales para el agua de mezcla combinada .....                   | 16 |
| Tabla 8. Granulometría de agregado grueso.....  | 29 |
| Tabla 9. Contenido de humedad del agregado grueso .....                                       | 31 |
| Tabla 10. Peso unitario suelto del agregado grueso (ASTM C-29) .....                          | 31 |
| Tabla 11. Peso unitario compactado del agregado grueso (ASTM C-29) .....                      | 32 |
| Tabla 12. Granulometría de agregado fino.....   | 33 |
| Tabla 13. Contenido de humedad del agregado fino.....   | 35 |
| Tabla 14. Peso unitario suelto del agregado fino (ASTM C-29) .....                            | 35 |
| Tabla 15. Peso unitario compactado del agregado fino (ASTM C-29) .....                        | 36 |
| Tabla 16. Granulometría de caucho .....   | 38 |
| Tabla 17. Valores de diseño.....  | 40 |
| Tabla 18. Análisis de diseño.....   | 41 |
| Tabla 19. Cantidad de materiales m <sup>3</sup> por en peso seco .....                        | 41 |
| Tabla 20. Corrección por humedad.....   | 42 |
| Tabla 21. Contribución de Agua de los agregados.....  | 42 |
| Tabla 22. Cantidad de materiales m <sup>3</sup> por en peso húmedo .....                      | 42 |
| Tabla 23. Cantidad de materiales 44lt.....  | 43 |
| Tabla 24. Resultado patrón a compresión al día 7 .....  | 46 |
| Tabla 25. Resultado patrón a compresión al día 14 .....                                       | 46 |
| Tabla 26. Resultado patrón a compresión al día 28.....  | 47 |
| Tabla 27. Resultado a compresión empleando 5% de fibra de caucho<br>reciclado al día 7 .....  | 48 |
| Tabla 28. Resultado a compresión empleando 5% de fibra de caucho<br>reciclado al día 14. .... | 48 |
| Tabla 29. Resultado a compresión empleando 5% de fibra de caucho<br>reciclado al día 28 ..... | 48 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 30. Resultado a compresión empleando 10% de fibra de caucho<br>reciclado al día 7 .....  | 49 |
| Tabla 31. Resultado a compresión empleando 10% de fibra de caucho<br>reciclado al día 14 ..... | 50 |
| Tabla 32. Resultado a compresión empleando 10% de fibra de caucho<br>reciclado al día 28 ..... | 50 |
| Tabla 33. Resultado patrón a tracción al día 7 .....   | 51 |
| Tabla 34. Resultado patrón a tracción al día 14 .....  | 52 |
| Tabla 35. Resultado patrón a tracción al día 28 .....  | 52 |
| Tabla 36. Resultado a tracción empleando 5% de fibra de caucho<br>reciclado al día 7 .....     | 53 |
| Tabla 37. Resultado a tracción empleando 5% de fibra de caucho<br>reciclado al día 14 .....    | 53 |
| Tabla 38. Resultado a tracción empleando 5% de fibra de caucho<br>reciclado al día 28 .....    | 53 |
| Tabla 39. Resultado a tracción empleando 10% de fibra de caucho<br>reciclado al día 7 .....    | 54 |
| Tabla 40. Resultado a tracción empleando 10% de fibra de caucho<br>reciclado al día 14 .....   | 55 |
| Tabla 41. Resultado a tracción empleando 10% de fibra de caucho<br>reciclado al día 28 .....   | 55 |
| Tabla 42. Resultado patrón a flexión al día 7 .....  | 56 |
| Tabla 43. Resultado patrón a flexión al día 14 .....   | 56 |
| Tabla 44. Resultado patrón a flexión al día 28 .....   | 57 |
| Tabla 45. Resultado a flexión empleando 5% de fibra de caucho<br>reciclado al día 7 .....      | 58 |
| Tabla 46. Resultado a flexión empleando 5% de fibra de caucho<br>reciclado al día 14 .....     | 58 |
| Tabla 47. Resultado a flexión empleando 5% de fibra de caucho<br>reciclado al día 28 .....     | 58 |
| Tabla 48. Resultado a flexión empleando 10% de fibra de caucho<br>reciclado al día 7 .....     | 59 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 49. Resultado a flexión empleando 10% de fibra de caucho<br>reciclado al día 14 ..... | 60 |
| Tabla 50. Resultado a flexión empleando 10% de fibra de caucho<br>reciclado al día 28 ..... | 60 |
| Tabla 51. Tabla de resumen de resultados promediados a 7 días .....                         | 61 |
| Tabla 52. Tabla de resumen de resultados promediados a 14 días.....                         | 61 |
| Tabla 53. Tabla de resumen de resultados promediados a 28 días.....                         | 61 |
| Tabla 54. Resultados cortante basal X.....  | 65 |
| Tabla 55. Resultados cortante basal Y.....  | 65 |
| Tabla 56. Tabla de masa participativa.....  | 66 |
| Tabla 57. Continuación de tabla de masa participativa .....                                 | 67 |

## Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Zonas Sísmicas .....   | 8  |
| Figura 2. Factores de Zona Z .....   | 8  |
| Figura 3. Valores típicos para los distintos perfiles de suelo.....                      | 9  |
| Figura 4. Velocidad Promedio de las Ondas de Corte .....                                 | 9  |
| Figura 5. Promedio Ponderado del Ensayo Estándar de Penetración.....                     | 9  |
| Figura 6. Promedio Ponderado de la Resistencia al Corte en Condición<br>no Drenada ..... | 10 |
| Figura 7. Factor de Suelo “S” .....  | 10 |
| Figura 8. Periodos “Tp” y “Tl” .....   | 10 |
| Figura 9. Factor de Amplificación Sísmica .....  | 11 |
| Figura 10. Preparación de Concreto .....   | 11 |
| Figura 11. Husos granulométricos del Agregado Grueso.....                                | 14 |
| Figura 12. Tipos de Slump .....  | 17 |
| Figura 13. Curva de evolución del fraguado del concreto .....                            | 18 |
| Figura 14. Agregado grueso en la tara.....   | 28 |
| Figura 15. Agregado grueso para el diseño de mezcla .....                                | 29 |
| Figura 16. Granulometría de agregado grueso .....  | 30 |
| Figura 17. Agregado fino empelado para realizar el diseño de mezcla.....                 |    |
| Figura 18. Curva granulométrica de agregado fino.....                                    | 35 |
| Figura 19. Caucho reciclado .....  | 36 |
| Figura 20. Fibras de caucho reciclado .....  | 37 |
| Figura 21. Características de la granulometría de fibras de caucho .....                 | 38 |
| Figura 22. Agregados para la mezcla .....  | 44 |
| Figura 23. Peso de materiales .....  | 44 |
| Figura 24. Medida de asentamiento .....  | 45 |
| Figura 25. Vaciado de concreto.....  | 45 |
| Figura 26. Variación del esfuerzo a la compresión del concreto patrón.....               | 47 |
| Figura 27. Variación del esfuerzo a la compresión del concreto<br>con 5% de caucho ..... | 49 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 28. Variación del esfuerzo a la compresión del concreto                |    |
| con 10% de caucho .....   | 51 |
| Figura 29. Variación de la resistencia a la tracción del concreto patrón..... | 52 |
| Figura 30. Variación de la resistencia a la tracción del concreto             |    |
| con 5% de caucho .....  | 54 |
| Figura 31. Variación de la resistencia a la tracción del concreto             |    |
| con 10% de caucho .....   | 55 |
| Figura 32. Variación de la resistencia a flexión del concreto patrón.....     | 57 |
| Figura 33. Variación de la resistencia a flexión del concreto                 |    |
| con 5% de caucho .....  | 59 |
| Figura 34. Variación de la resistencia a flexión del concreto                 |    |
| con 10% de caucho .....   | 60 |
| Figura 35. Cortante basal y cargas ficticias .....                            | 63 |
| Figura 36. Análisis estático en X .....                                       | 64 |
| Figura 37. Análisis dinámico espectral en X .....                             | 64 |
| Figura 38. Límite de distorción de entre piso.....                            | 65 |
| Figura 39. Variación de la resistencia a flexión del concreto                 |    |
| con 5% de caucho .....  | 69 |
| Figura 40. Variación del esfuerzo a la compresión del concreto                |    |
| con 5% de caucho .....  | 70 |
| Figura 41. Variación del esfuerzo a la compresión del concreto                |    |
| con 10% de caucho .....   | 71 |

## Resumen

El presente trabajo de investigación se ha elaborado con el objetivo de desarrollar nuevas mezclas de concreto y observar el comportamiento al emplear fibras de caucho de neumáticos reciclados en el concreto estructural.

En la mezcla de concreto con una resistencia de diseño de 210 kg / cm<sup>2</sup>, se agregarán fibras de caucho de neumáticos recicladas en un porcentaje del 5% y el 10% del volumen del agregado fino.

Posteriormente, se realizarán los ensayos pertinentes de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas (NTP) y ACI, para determinar la calidad de la mezcla en estado fresco y endurecido luego de curar durante 7, 14 y 28 días.

Se analizaron sus propiedades físicas y mecánicas, resistencia a la compresión, tracción, flexión, con los porcentajes empleados, estas determinarán el comportamiento y calidad de estas mezclas, las cuales deben estar dentro de los parámetros mecánicos de resistencia especificados por la normatividad del reglamento nacional de edificaciones, E.020 Cargas, E.030 Diseño Sismoresistente, E.050 Suelos y Cimentaciones y E.060 Concreto Armado.

El resultado de los ensayos en la resistencia a la compresión del uso de fibra de caucho reciclado para llantas que representa el 5% del peso del agregado fino es 234.33 kg / cm<sup>2</sup>, y la resistencia de la fibra mezclada con el 10% del peso del agregado fino es 220.33 kg / cm<sup>2</sup>.

Con los resultados obtenidos de las mezclas con porcentajes de fibras de caucho de neumático reciclado se realizará un diseño estructural sismoresistente de una vivienda de 4 niveles con el programa robot structural y se evaluará la influencia del uso de un material de origen reciclado como aporte a la resistencia estructural.

**Palabras clave:** concreto, calidad de mezcla, fibra de caucho, neumático reciclado.

## **Abstract**

*This research work has been carried out with the objective of developing new concrete mixtures and observing the behavior when using rubber fibers from recycled tires in structural concrete.*

*In the concrete mix with a design strength of 210 kg / cm<sup>2</sup>, recycled tire rubber fibers will be added in a percentage of 5% and 10% of the volume of the fine aggregate.*

*Subsequently, the pertinent tests will be carried out according to the Peruvian Technical Standards (NTP) and ACI, to determine the quality of the mixture in fresh and hardened state after curing for 7, 14 and 28 days.*

*Their physical and mechanical properties, resistance to compression, traction, bending were analyzed, with the percentages used, these will determine the behavior and quality of these mixtures, which must be within the mechanical resistance parameters specified by the national regulations of buildings, E.020 Loads, E.030 Seismic-resistant Design, E.050 Soils and Foundations and E.060 Reinforced Concrete.*

*The result of the tests on the resistance to compression of the use of recycled rubber fiber for tires that represents 5% of the weight of the fine aggregate is 234.33 kg / cm<sup>2</sup>, and the resistance of the fiber mixed with 10% of the weight of the fine aggregate is 220.33 kg / cm<sup>2</sup>.*

*With the results obtained from the mixtures with percentages of recycled tire rubber fibers, an earthquake-resistant structural design of a 4-level house will be carried out with the structural robot program and the influence of the use of a recycled source material as a contribution to the structural strength.*

**Keywords:** concrete, mix quality, rubber fiber, recycled tire

# **I. INTRODUCCIÓN**



Perú se encuentra en una zona altamente sísmica porque la costa peruana no solo es parte del llamado Anillo de Fuego del Pacífico, sino que también se ve afectada por la intersección de las dos placas tectónicas, Nazca y tierra firme. Al habitar un país propenso a terremotos, debemos prestar atención a la construcción de casas que no sean lo suficientemente fuertes para soportar las vibraciones del suelo, porque no solo se producirán daños estructurales, sino también pérdidas económicas, y el peor de los casos son las pérdidas humanas.

La ingeniería de la construcción no solo busca la resistencia y durabilidad de la estructura, sino que también estudia cómo reutilizar los desechos en la elaboración de estas, que sea amigable con el medio ambiente, y buscando tecnologías que puedan mitigar el impacto ambiental y el aprovechamiento de materiales reciclables, que es la clave para desarrollo sostenible.

El concreto es uno de los principales materiales de la industria de la construcción en el mundo, este material tiene la capacidad de adoptar diversas formas, pero debido al consumo de las materias primas que lo componen tiene un impacto en el medio ambiente. El mundo vive en una realidad que ha traído años de contaminación, uno de los cuales es el residuo de neumáticos, el cuál Perú no es ajeno a esta contaminación, porque durante años se ha visto una gran cantidad de autos abandonados deteriorados, que cumplieron su vida útil y las comunidades de hoy y la gente se ve obligada a enterrar o quemar estos neumáticos (llantas).

Este es un problema mayor porque afecta directamente la contaminación del planeta que afecta la capa de ozono y el suelo.

El distrito de Ate del departamento de Lima, como muchos otros departamentos del Perú, se ven afectadas por este contaminante; algunos estudios han demostrado que se necesitan muchos años para convertirse por completo con promedio de 600 años. Por lo tanto, este material no biodegradable ha sido estudiado con fines de ingeniería para beneficio de todos, este material se ha utilizado para mejorar las carpetas asfálticas en diferentes países, y se están realizando investigaciones para comprender su comportamiento en el concreto. En este sentido, considerando el volumen de agregados finos, se empleó porcentajes de desechos de llantas

recicladas en concreto que considera un nuevo método de reutilización de estos residuos, eliminando parte de los neumáticos de desecho producidos y aportando a la resistencia estructural.

Por ello, se recomienda recolectar y reciclar neumáticos, darles nuevos usos en la construcción, fomentar la reutilización de residuos que brinden beneficios técnicos y ambientales, y emplear fibras de neumático reciclado para hacer nuevos tipos de concreto, con propiedades similares al concreto existente que cumplan con el REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES.

El proyecto espera estar al alcance de todos, considerando esta investigación en varios proyectos de construcción de viviendas y dejar como apoyo para materiales de investigación que puedan ser utilizados para contribuir a la resistencia estructural.

Según PEREZ y ARRIETA, mencionó que la integración de caucho reciclado puede ayudar a reducir la falla en el concreto hidráulico. Llegó a ver el concreto ordinario, su primera grieta se movió rápidamente y provocó una fractura instantánea. Esta es la expectativa de una muestra normal, pero cuando se agrega caucho reciclado, mantiene las grietas juntas para que pueda absorber parte de la carga en curso, de las altas deformaciones encontradas en diversos estudios, además del concreto rígido, flexible y también estructural es positivo y muy importante para determinadas aplicaciones en infraestructura vial.

## **II. MARCO TEÓRICO**

## 2.1 Antecedentes de la Investigación

Guzmán Y & Guzmán E (2015) investigaron sustitutos de fibra en el concreto. El propósito de este estudio es verificar las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla y agregar algunas fibras de neumáticos reciclados para elaborar concreto estructural en Chimbote. Su investigación es aplicada, y la gestión de variables basada en el diseño experimental es también cuantitativa y explicativa. Llegaron a la conclusión de que reemplazar los neumáticos en C5% -FCR-G y C5% -FCR- F influye las propiedades mecánicas y físicas de la mezcla de concreto, lo que se confirmó en el modelado estructural. También tiene un comportamiento elástico aceptable. Recomendán que es factible usarlo en mezclas de concreto. También se señala que no se recomiendan C15% -FCR y C25% -FCR porque reducirán las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Los aportes de investigación permitieron la construcción y ajuste de la matriz de Operacionalización.

Quispe & Mayhuire (2019) realizaron un estudio sobre cómo influyen en el concreto estructural el adherir fibras de neumático reciclado, observando su comportamiento en la ciudad de Abancay. Su investigación adopta métodos cuantitativos y diseño experimental, la proporción de uso de fibra es de 3%, 5% y 7%, lo que se relaciona con la proporción de cemento, agregado fino y agregado grueso. La resistencia a la compresión promedio del concreto patrón es de 397.24 kg / cm<sup>2</sup>. Agregar 3% de fibra de caucho al peso del agregado grueso reduce la resistencia a 382.03 kg / cm<sup>2</sup>, una variación de 3.83%. La resistencia de las fibras mezcladas con el 5% del peso del agregado fino alcanzó los 379,16 kg / cm<sup>2</sup>, con una variación del 4,55%. La resistencia promedio a la flexión del concreto patrón es de 46,08 kg / cm<sup>2</sup>; y la fibra añadida en función al peso del cemento al 3%, se obtuvo 45,89 kg / cm<sup>2</sup>, su variación es de 0,41% y al 5%, resultó 45,13 kg. / cm<sup>2</sup>, con variación de 2.06%. La conclusión que se extrae es que la resistencia a la compresión tiene un mayor porcentaje de disminución con respecto a la resistencia a la flexión, y en ambos resultados, hay una disminución gradual en el concreto

estándar relativo. La contribución a la investigación nos permite considerar el porcentaje para el planteamiento del problema.

Hernández (2011) realizó una investigación para estudiar la resistencia a la compresión lograda por mezclas de concreto, que incluía materiales reciclados, plásticos de botellas de PET y materiales de llantas de la Universidad de San Carlos, Guatemala. Intenta comparar estos resultados con los obtenidos en mezclas de concreto tradicionales. La concentración de estos materiales en el concreto fue lo mismo, el 10% del volumen de la mezcla, para observar la diferencia de comportamiento, todas las mezclas se comparan directamente en presencia de la misma concentración. Los ensayos de asentamiento del concreto fresco y la prueba de compresión de probetas cilíndricas se llevaron a cabo bajo la guía de las normas ASTM. La conclusión a la que se llegó es que la mezcla con plástico PET alcanzó el 89% de la resistencia esperada, mientras que la mezcla con material de llanta alcanzó el 81%, lo que indica una reducción del 11% y 19%, respectivamente. La resistencia a la compresión lograda por la mezcla patrón es menor que su resistencia a la compresión diseñada, lo que puede deberse a defectos en la calidad de la piedra utilizada en ella. Se concluye a través de la observación que la adición de materiales reciclados reduce la resistencia a la compresión del concreto y la reducción es mayor en el concreto con materiales neumáticos.

Peñaloza (2015) tiene como objetivo determinar el comportamiento mecánico de una mezcla de concreto reciclado que utilizan neumáticos triturados en lugar de 10% y 30% de agregado fino para concreto con fines estructurales de la Universidad Católica de Columbia. Su investigación tuvo como objetivo determinar el uso de materias primas recicladas, la factibilidad como sustituto de áridos al 10% y 30%, respectivamente, con relación al volumen de arena en la mezcla de concreto estructural. Con base en el desarrollo de este trabajo se extrae una conclusión global y se intenta remplazar 10% con GCR de agregado fino, comparado con la relación de mezcla de concreto, alcanza la resistencia a la compresión de diseño a los 28 días de edad. Los resultados muestran que la

diferencia de compresión entre el concreto de esta edad y el concreto convencional es menor al 3%; como combinación alternativa se recomienda realizar más investigaciones junto con otros estudios. De manera similar, para una mezcla que busca un cambio del 30% en los finos de GCR, su resistencia máxima es menor que el valor requerido a los 28 días y la diferencia es cercana al 20%, esta última es la mezcla con menor rendimiento de compresión, por lo tanto, no cumple con las especificaciones exigidas por la normativa, por lo que no se recomienda que este volumen de reemplazo sea utilizado para el diseño de mezclas de concreto.

Soto & Marín (2019) realizaron un estudio sobre "Análisis del concreto con caucho como Aditivo para Aligerar Elementos Estructurales" de la Universidad Libre Seccional. El propósito de este estudio es realizar diferentes ensayos en muestras de concreto, agregando diferentes porcentajes (3%, 5%, 7% y 10%) de caucho triturado a las muestras de concreto para mejorar la resistencia y reducir el peso de la mezcla. La conclusión es que luego de ensayar las probetas de concreto, los valores obtenidos muestran que el caucho es un material compatible con el concreto, que puede equilibrar o aumentar la resistencia del concreto y reducir su peso sin agregar caucho. También se puede observar como el cilindro al 5% alcanza la resistencia de 23.1MPa, cabe destacar que la mezcla de caucho triturado no afecta la resistencia se menciona el valor de 5 % ya que fue el que mejor resultado dio en cuanto a la reducción de peso, y con respecto a la resistencia a la compresión no se vio disminución alguna en base al cilindro base (0%) todos superaron la resistencia esperada de 21 MPa.

## **2.2 Peligro Sísmico**

### **2.2.1 Zonificación**

Definición (RNE E.030)

El territorio del Perú está dividido en cuatro regiones, como se muestra en la imagen

**Figura 1.** Zonas Sísmicas



Fuente: RNE Norma 0.30

**Figura 2.** Factores de Zona Z

| Tabla N° 1<br>FACTORES DE ZONA "Z" |      |
|------------------------------------|------|
| ZONA                               | Z    |
| 4                                  | 0,45 |
| 3                                  | 0,35 |
| 2                                  | 0,25 |
| 1                                  | 0,10 |

Fuente: RNE Norma 0.30

### 2.2.2 Condiciones Geotécnicas

- ✓ Los suelos se clasifican según la imagen siguiente:

**Figura 3.** Valores típicos para los distintos perfiles de suelo

| <p style="text-align: center;"><b>Tabla N° 2</b><br/><b>CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO</b></p> |                                |                |                  |
|--|--------------------------------|----------------|------------------|
| Perfil   | $\bar{V}_s$                    | $\bar{N}_{60}$ | $\bar{S}_u$      |
| $S_0$  | > 1500 m/s                     | -              | -                |
| $S_1$  | 500 m/s a 1500 m/s             | > 50           | >100 kPa         |
| $S_2$  | 180 m/s a 500 m/s              | 15 a 50        | 50 kPa a 100 kPa |
| $S_3$  | < 180 m/s                      | < 15           | 25 kPa a 50 kPa  |
| $S_4$  | Clasificación basada en el EMS |                |                  |

Fuente: RNE Norma 0.30

✓ Definición de los perfiles de Suelo:

a. Velocidad Promedio de las Ondas de Corte

**Figura 4.** Velocidad Promedio de las Ondas de Corte

$$\bar{V}_s = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{d_i}{V_{si}} \right)}$$

donde  $d_i$  es el espesor de cada uno de los  $n$  estratos y  $V_{si}$  es la correspondiente velocidad de ondas de corte (m/s).

Fuente: RNE Norma 0.30

b. Promedio Ponderado del Ensayo Estándar de Penetración

**Figura 5.** Promedio Ponderado del Ensayo Estándar de Penetración

$$\bar{N}_{60} = \frac{\sum_{i=1}^m d_i}{\sum_{i=1}^m \left( \frac{d_i}{N_{60i}} \right)}$$

Donde  $d_i$  es el espesor de cada uno de los  $m$  estratos con suelo granular y  $N_{60}$  es el correspondiente valor corregido del SPT.

Fuente: RNE Norma 0.30



c. Promedio Ponderado de la Resistencia al Corte en Condición no Drenada

**Figura 6.** Promedio Ponderado de la Resistencia al Corte en Condición no Drenada

$$\bar{s}_u = \frac{\sum_{i=1}^k d_i}{\sum_{i=1}^k \left( \frac{d_i}{s_{ui}} \right)}$$

Donde  $d_i$  es el espesor de cada uno de los  $k$  estratos con suelo cohesivo y  $\bar{s}_u$  es la correspondiente resistencia al corte en condición no drenada (kPa).

Fuente: RNE Norma 0.30

### 2.2.3 Parámetros de Sitio

**Figura 7.** Factor de Suelo “S”

| <b>Tabla N° 3</b><br><b>FACTOR DE SUELO “S”</b>                                       |       |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|
| <div style="display: inline-block; transform: rotate(-45deg);"> SUELO<br/>ZONA </div> | $S_0$ | $S_1$ | $S_2$ | $S_3$ |
| $Z_4$   | 0,80  | 1,00  | 1,05  | 1,10  |
| $Z_3$   | 0,80  | 1,00  | 1,15  | 1,20  |
| $Z_2$   | 0,80  | 1,00  | 1,20  | 1,40  |
| $Z_1$   | 0,80  | 1,00  | 1,60  | 2,00  |

Fuente: RNE Norma 0.30

**Figura 8.** Periodos “ $T_P$ ” y “ $T_L$ ”

| <b>Tabla N° 4</b><br><b>PERÍODOS “<math>T_P</math>” Y “<math>T_L</math>”</b> |                 |       |       |       |
|--|-----------------|-------|-------|-------|
|  | Perfil de suelo |       |       |       |
|  | $S_0$           | $S_1$ | $S_2$ | $S_3$ |
| $T_P$ (s)  | 0,3             | 0,4   | 0,6   | 1,0   |
| $T_L$ (s)  | 3,0             | 2,5   | 2,0   | 1,6   |

Fuente: RNE Norma 0.30

### 2.2.4 Factor de Amplificación Sísmica (C)

**Figura 9.** Factor de Amplificación Sísmica

$$\begin{array}{ll} T < T_P & C = 2,5 \\ T_P < T < T_L & C = 2,5 \cdot \left( \frac{T_P}{T} \right) \\ T > T_L & C = 2,5 \cdot \left( \frac{T_P \cdot T_L}{T^2} \right) \end{array}$$

Fuente: RNE Norma 0.30

### 2.3 Definición del Concreto

El concreto es un material que se obtiene combinando una mezcla y agregado de piedra con una pasta que se obtiene agregando agua al cemento Portland (un conglomerante). Este puede tomar cualquier forma porque cuando se coloca en el sitio, actúa como un molde.

**Figura 10:** Preparación de Concreto



Fuente: Elaboración Propia

## 2.4 Componentes del Concreto

Básicamente consiste en un medio de agregación en el que se juntan partículas o fragmentos de agregados. En el concreto de cemento hidráulico, el conglomerante está compuesto por una mezcla de concreto hidráulico y agua.

### 2.4.1 Cemento Portland

Es un material en polvo fino, que no es un conglomerante en sí mismo, pero tiene propiedades conglomerantes debido a la hidratación. Cuando el producto de hidratación es estable en medio acuoso, el cemento se denomina cemento hidráulico. El cemento hidráulico más utilizado en la fabricación de concreto es el cemento Portland, que se compone principalmente de silicato de calcio hidráulico.

**Tabla 1**

*Requisitos físicos para cemento Portland*

| Descripción  | Tipo I   | Tipo IA | Tipo II  | Tipo IIA |
|--|----------|---------|----------|----------|
| Contenido de aire % (máximo, mínimo)                         | (12,N/A) | (22,16) | (12,N/A) | (22,16)  |
| Fineza con turbidímetro en m <sup>2</sup> /kg (mínimo)       | 160      | 160     | 160      | 160      |
| Fineza por permeabilidad de aire en m <sup>2</sup> /kg (min) | 280      | 280     | 280      | 280      |
| Expansión en autoclave                                       | 0.8      | 0.8     | 0.8      | 0.8      |
| Resistencia en compresión en Mpa                             |          |         |          |          |
| A 3 días   | 12,40    | 10,00   | 10,30    | 8,30     |
| A 7 días   | 19,30    | 15,50   | 17,20    | 13,80    |
| Fraguado inicial Gillmore mínimo en minutos                  | 60       | 60      | 60       | 60       |
| Fraguado final Gillmore máximo en minutos                    | 600      | 600     | 600      | 600      |
| Fraguado inicial Vicat mínimo en minutos                     | 45       | 45      | 45       | 45       |
| Fraguado final Vicat máximo en minutos                       | 375      | 375     | 375      | 375      |
| Requisitos físicos opcionales                                |          |         |          |          |
| Fraguado falso (penetración final) % mínimo                  | 50       | 50      | 50       | 50       |
| Calor de hidratación máximo a 7 días en cal/gr               |          |         | 70       | 70       |
| Calor de hidratación máximo a 28 días en cal/gr              |          |         | 58       | 58       |
| Resistencia en compresión mínima a 28 días (Mpa)             | 27.6     | 27.6    | 27.6     | 27.6     |

Fuente: adecuado del libro tópicos de tecnología del concreto (Pasquel, 1998, p.44)

**Tabla 2***Requisitos químicos para cemento Portland*

| Descripción  | Tipo I | Tipo IA | Tipo II | Tipo IIA |
|--|--------|---------|---------|----------|
| SiO <sub>2</sub> , % mínimo                                      | .....  | .....   | 20.00   | 20.00    |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , % máximo                        | .....  | .....   | 6.00    | 6.00     |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , % máximo                        |        |         | 6.00    | 6.00     |
| MgO, % máximo  | 6.00   | 6.00    | 6.00    | 6.00     |
| SO <sub>3</sub> , % máximo                                       |        |         |         |          |
| Cuando C <sub>3</sub> A es menor o igual a 8%                    | 3.00   | 3.00    | 3.00    | 3.00     |
| Cuando C <sub>3</sub> A es mayor igual a 8%                      | 3.50   | 3.50    | N/A     | N/A      |
| Pérdidas por ignición, % máximo                                  | 3.00   | 3.00    | 3.00    | 3.00     |
| Residuos insolubles, % máximo                                    | 0.75   | 0.75    | 0.75    | 0.75     |
| C <sub>3</sub> A, % máximo                                       | .....  | .....   | 8.00    | 8.00     |
| Requisitos químicos opcionales                                   |        |         |         |          |
| (C <sub>3</sub> S + C <sub>3</sub> A) , % máximo                 | .....  | .....   | 58.00   | 58.00    |
| Álcalis , (Na <sub>2</sub> O + 0.658 K <sub>2</sub> O), % máximo | 0.60   | 0.60    | 0.60    | 0.60     |

Fuente: adecuado del libro tópicos de tecnología del concreto (Pasquel, 1998, p.46)

**2.4.2 Agregado Fino**

El término agregado fino se usa para partículas menores de 4,75 mm; el agregado fino generalmente contiene partículas en el rango de 75 µm (malla 200) a 4,75 mm.

**Tabla 3***Límites de la granulometría del agregado fino*

| Tamiz | Abertura<br>(mm) | Normativa N.T.P 400.037 |          |
|-------|------------------|-------------------------|----------|
|       |                  | Inferior                | Superior |
| 3/8"  | 9.50             | 100                     | 100      |
| N°4   | 4.75             | 95                      | 100      |
| N°8   | 2.36             | 80                      | 100      |
| N°16  | 1.18             | 50                      | 85       |
| N°30  | 0.60             | 25                      | 60       |
| N°50  | 0.30             | 5                       | 30       |
| N°100 | 0.15             | 0                       | 10       |

Fuente: adecuada de la N.T.P. 400.037

### 2.4.3 Agregado Grueso

El término agregado grueso se usa para describir partículas mayores de 4.75 mm (retenidas en el tamiz No. 4). Los agregados gruesos generalmente contienen partículas en el rango de aproximadamente 4,75 a 50 mm.

El agregado grueso natural puede ser grava o piedra triturada.

La grava es el agregado grueso del río y la grava proviene de la cantera.

**Figura 11:** Husos granulométricos del Agregado Grueso

| Tamaño<br>Nº | Tamaño<br>nominal en<br>pulgadas | Requisitos granulométricos ASTM C-33 para agregado grueso |                   |           |               |           |                 |           |             |               |              |               |               |                |
|--------------|----------------------------------|---|-------------------|-----------|---------------|-----------|-----------------|-----------|-------------|---------------|--------------|---------------|---------------|----------------|
|              |                                  | porcentajes pasantes en peso para cada malla standard     |                   |           |               |           |                 |           |             |               |              |               |               |                |
|              |                                  | 4" (100<br>mm)  | 3 1/2" (90<br>mm) | 3" (75mm) | 2 1/2" (63mm) | 2" (50mm) | 1 1/2" (37.5mm) | 1" (25mm) | 3/4" (19mm) | 1/2" (12.5mm) | 3/8" (9.5mm) | Nº 4 (4.75mm) | Nº 8 (2.36mm) | Nº 16 (1.18mm) |
| 1            | 3 1/2" a 1 1/2"                  | 100   | 90 a 100          | ...       | 25 a 60       | .....     | 0 a 15          | .....     | 0 a 5       | .....         | .....        | .....         | .....         | .....          |
| 2            | 2 1/2" a 1 1/2"                  | ...   | ...               | 100       | 90 a 100      | 35 a 70   | 0 a 15          | ...       | 0 a 5       | .....         | .....        | .....         | .....         | .....          |
| 3            | 2" a 1"                          | ...   | ...               | ...       | 100           | 90 a 100  | 35 a 70         | 0 a 15    | .....       | 0 a 5         | .....        | .....         | .....         | .....          |
| 357          | 2" a Malla # 4                   | ...   | ...               | ...       | 100           | 95 a 100  | ...             | 35 a 70   | .....       | 10 a 30       | .....        | 0 a 5         | .....         | .....          |
| 4            | 1 1/2" a 3/4"                    | ...   | ...               | ...       | ...           | 100       | 90 a 100        | 20 a 55   | 0 a 15      | .....         | 0 a 5        | ...           | .....         | .....          |
| 467          | 1 1/2" a Malla # 4               | ...   | ...               | ...       | ...           | 100       | 95 a 100        | ...       | 35 a 70     | .....         | 10 a 30      | 0 a 5         | .....         | ...            |
| 5            | 1" a 1/2"                        | ...   | .....             | .....     | .....         | .....     | 100             | 90 a 100  | 20 a 55     | 0 a 10        | 0 a 5        | .....         | .....         | .....          |
| 56           | 1" a 3/8"                        | ...   | .....             | ...       | .....         | .....     | 100             | 90 a 100  | 40 a 85     | 10 a 40       | 0 a 15       | 0 a 5         | .....         | .....          |
| 57           | 1" a Malla # 4                   | ...   | .....             | ...       | .....         | ...       | 100             | 95 a 100  | .....       | 25 a 60       | .....        | 0 a 10        | 0 a 5         | .....          |
| 6            | 3/4" a 3/8"                      | ...   | ...               | ...       | ...           | ...       | ...             | 100       | 90 a 100    | 20 a 55       | 0 a 15       | 0 a 5         | ...           | .....          |
| 67           | 3/4" a Malla # 4                 | ...   | ...               | .....     | ...           | ...       | .....           | 100       | 90 a 100    | .....         | 20 a 55      | 0 a 10        | 0 a 5         | .....          |
| 7            | 1/2" a Malla # 4                 | ...   | .....             | .....     | .....         | .....     | .....           | .....     | 100         | 90 a 100      | 40 a 70      | 0 a 15        | 0 a 5         | .....          |
| 8            | 3/8" a Malla # 4                 | ...   | .....             | .....     | .....         | ...       | .....           | .....     | .....       | .....         | 85 a 100     | 0 a 30        | 0 a 10        | 0 a 5          |

Fuente: adecuada de la N.T.P. 400.037

**Tabla 4***Tamices para agregado grueso*

| Descripción              | Tamaño de tamices |
|--------------------------|-------------------|
| Grupo de agregado grueso | 9,50 mm (3/8")    |
|                          | 12,5 mm (1/2")    |
|                          | 19,0 mm (3/4")    |
|                          | 25,0 mm (1")      |
|                          | 37,5 mm (1 1/2")  |
|                          | 50,0 mm (2")      |
|                          | 63,0 mm (2 1/2")  |
|                          | 75,0 mm (3")      |
|                          | 90,0 mm (3 1/2")  |
|                          | 100,0 mm (4")     |

Fuente: adecuada de la N.T.P. 400.037

#### 2.4.4 Agua

El agua tiene tres funciones en la mezcla de concreto, incluso si el cemento se hidrata, lubrica la mezcla para promover la consistencia del concreto y proporciona una estructura vacía en la lechada, que es necesaria para la generación de espacio para los productos de hidratación.

**Tabla 5***Cuadro de valores máximos de las sustancias en el agua*

| Sustancias Disueltas  | Valor Máximo Admisible |
|-----------------------|------------------------|
| Cloruros              | 300 ppm                |
| Sulfatos              | 300 ppm                |
| Sales de magnesio     | 150 ppm                |
| Sales solubles        | 1500 ppm               |
| P.H.                  | Mayor de 7             |
| Sólidos en suspensión | 1500 ppm               |
| Materia orgánica      | 10 ppm                 |

Fuente: adecuada del libro Tecnología del concreto (Abanto C., 2009)

**Tabla 6***Requisitos de performance del concreto para el agua de mezcla*

| Ensayo   | Limites                                  | Método de Ensayo           |
|--|--|----------------------------|
| Resistencia a compresión, mínimo, %<br>del control a 7 días <sup>A</sup>           | 90                                       | NTP 339.033<br>NTP 339.034 |
| Tiempo de fraguado, desviación<br>respecto al control, horas: minutos <sup>A</sup> | De 1:00 más temprano a<br>1:30 más tarde | NTP 339.082                |
| Fuente: adecuada de la N.T.P. 339.088 (2006)                                       |  |                            |

**Tabla 7***Limites químicos opcionales para el agua de mezcla combinada*

| Descripción   | Límite             | Método de ensayo |
|---|--------------------|------------------|
| Concentración máxima en el agua de mezcla combinada, ppm <sup>A</sup>   |                    |                  |
| A. Cloruro como CL <sup>o</sup> , ppm   |                    |                  |
| 1. En concreto pretensado, tableros de puentes, o designados de obra manera.  | 500 <sup>B</sup>   | NTP 339.076      |
| 2. Otros concretos reforzados en ambientes húmedos o que contengan aluminio embebido o metales diversos o con formas metálicas galvanizadas permanentes | 1 000 <sup>B</sup> | NTP 339.076      |
| B. Sulfatos como SO <sub>4</sub> , ppm  | 3000               | NTP 339.074      |
| C. Álcalis como ( Na <sub>2</sub> O + 0,658 K <sub>2</sub> O), ppm  | 600                | ASTM C 114       |
| D. Sólidos totales por masa, ppm  | 50 000             | ASTM C 1603      |
| Fuente: adecuada de la N.T.P. 339.088 (2006)  |                    |                  |

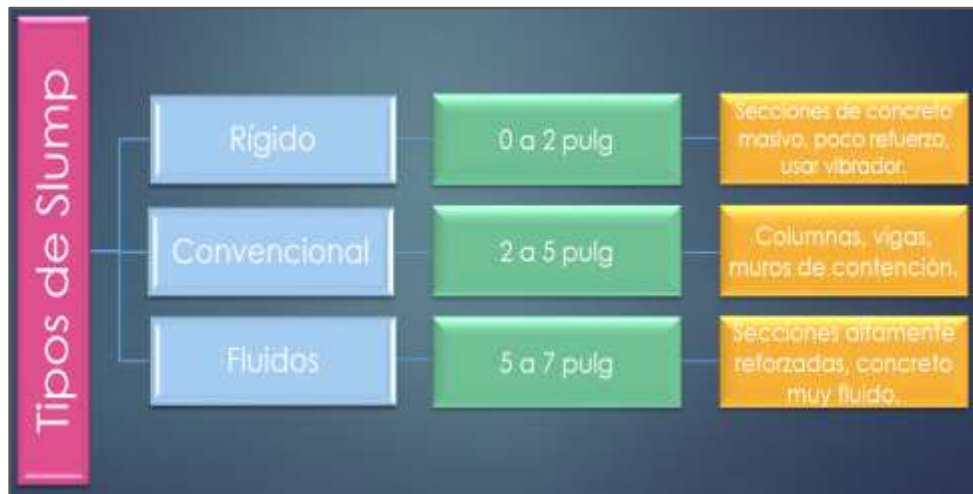
## 2.5 Propiedades del Concreto

Las propiedades se presentan de acuerdo al estado de la masa.

### 2.5.1 Propiedades del Concreto Fresco

- Trabajabilidad: Afectarán directamente el manejo, compactación y tiempo de fraguado.

**Figura 12:** Tipos de Slump



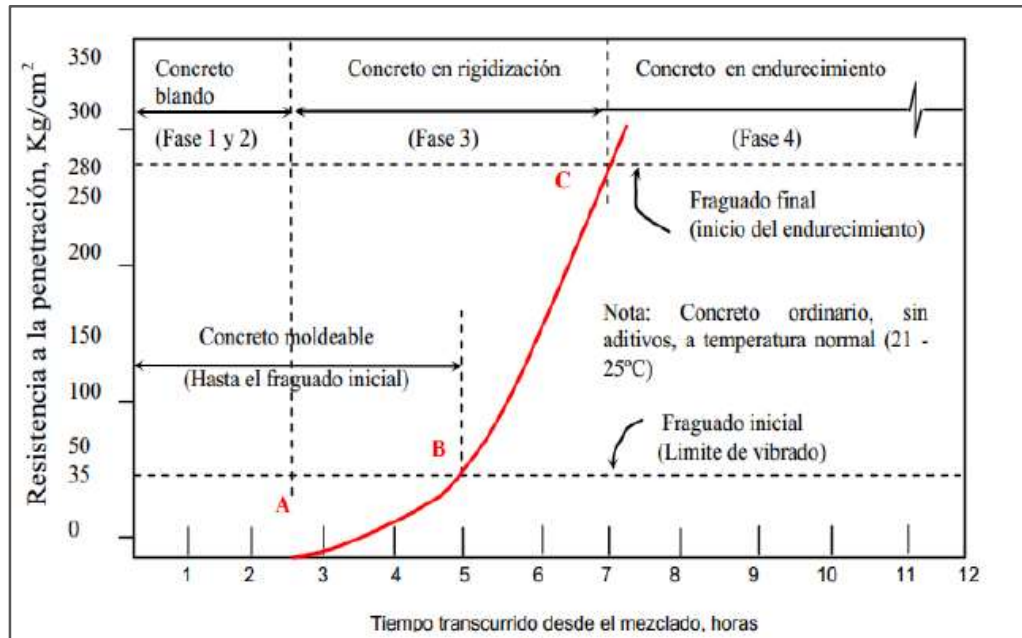
Fuente: Elaboración propia

- Pérdida de revenimiento: La pérdida de revenimiento se puede definir como la pérdida de consistencia del concreto fresco con el tiempo, que ocurre cuando el agua libre en la mezcla de concreto se elimina por reacción de hidratación, adsorción y evaporación en la superficie de los productos de hidratación.
- Segregación y sangrado: Se define como la separación de los componentes del concreto fresco, provocando su distribución desigual. Son dos tipos de aislamiento, el primero es una característica de las mezclas de concreto en seco, que consiste en separar el mortero del cuerpo de concreto. El sangrado es la segunda forma de segregación y característica de la mezcla de concreto húmedo. El sangrado se define como un fenómeno cuya manifestación externa es la aparición de agua en la superficie del concreto antes de que se solidifique después del vertido y compactado.
- Tiempo de fraguado: La reacción entre el cemento y el agua es la principal causa de fraguado del concreto, aunque por diversas razones, el tiempo de fraguado del concreto no coincide con el tiempo de fraguado del



cemento del que está hecho.

**Figura 13:** Curva de evolución del fraguado del concreto



Fuente: Manual de Tecnología del concreto sección IV (CEF)

- Temperatura del concreto: El concreto sin protección en climas cálidos es propenso a la contracción plástica y al agrietamiento en la etapa inicial. Por otro lado, en climas fríos, el curado insuficiente del concreto obstaculizará seriamente la tasa de desarrollo de la resistencia. Se debe evitar que el concreto fresco se levante por congelación destructiva hasta que se obtenga la resistencia suficiente y la saturación del concreto se haya reducido lo suficiente mediante algún progreso en el proceso de hidratación.

## 2.5.2 Propiedades del Concreto Endurecido

- Comportamiento Inelástico: El comportamiento del concreto bajo esfuerzo de compresión es inelástico.

- Elasticidad: El módulo de elasticidad "E" es la pendiente desde el punto de tensión definido hasta la secante de la curva tensión-deformación  $\sigma$ - $\epsilon$ . El concreto no es un material elástico lineal.
- Resistencia a la Compresión: La resistencia a la compresión uniaxial del concreto es su característica más típica, que determina su calidad. Es el esfuerzo máximo que la muestra puede soportar bajo una carga de compresión uniaxial. Para su cálculo se divide la máxima fuerza soportada entre el área.
- Resistencia a la Tracción: El ensayo de tracción directa, aunque es un ensayo que teóricamente da resultados ideales, porque aparece un esfuerzo de tracción puro en la probeta. O hay un método de tracción indirecta, en estos métodos, no hay tensión pura, pero la muestra falla debido a la tensión, por lo que los resultados son aproximados. La prueba brasileña, la prueba de división o la compresión del diámetro del cilindro es la prueba más cercana a la resistencia a la tracción.
- Resistencia a la Flexión: Se utiliza para diseñar pavimentos y otros pisos en el suelo. La resistencia a la flexión del concreto de peso normal, también conocida como módulo de ruptura, suele ser de 1,99 a 3,18 veces la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión.

## **2.6 Diseño de Mezcla del Concreto**

El proporcionamiento de las mezclas de concreto es también llamado diseño de mezclas, es un proceso por medio del cual se llega a la combinación correcta de cemento, agregados, agua y aditivos para elaborar un concreto que pueda cumplir requisitos previos de resistencia, durabilidad y trabajabilidad.

➤ Método ACI

1. Se debe determinar la resistencia a la compresión  $f'_c$ , existen tres tipos de condiciones:
  - Cuando no se dispone de registros de ensayos.
  - Cuando se dispone de registros de ensayos (entre 15 y 29).
  - Cuando se dispone de registros de ensayos (más de 30).
2. Elección del asentamiento, en asentamiento se elegirá según el uso del concreto.
3. Elección del TNM.
4. Estimación del agua de mezclado y del contenido de aire.
5. Elección de la relación agua/cemento.
6. Determinar el contenido de agregado grueso.
7. Cálculo de la cantidad de agregado fino.
8. Se calcula el peso total de los componentes.

## **2.7 Fibras de Caucho de Neumático Reciclado**

Las fibras de Caucho reciclado son aquellos que han sido procesados triturados para su reciclaje.

### **2.7.1 Proceso de Trituración de los Neumáticos para su Reciclaje**

Utilizaremos la trituración mecánica y su proceso es el siguiente:

- Desmenuzamiento de llantas.
- Primera zona de trituración.
- Ambiente de Granulación.
- Trituración secundaria.
- Tamizado y limpieza.
- Zona de extracción de fibra.

- Zona de extracción de acero.

### **2.7.2 Métodos de Reciclaje de los Neumáticos**

Existen diversos tipos de Reciclaje, a continuación:

- Trituración Criogénica.
- Trituración Mecánica.
- Termólisis.
- Pirólisis.
- Incineración.

### **III. METODOLOGÍA**

### 3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de estudio de la siguiente investigación es Aplicada ya que busca el empleo de conocimientos a fin de poner en práctica a tal punto y resolver o dar a relucir la resolución de un determinado problema o planteamiento específico, en este caso se busca poder implementar porcentajes de fibras de neumático reciclado en el desarrollo del concreto a fin determinar si es apto o no para el diseño estructural de una vivienda.

El diseño es experimental dado que se realizarán ensayos de laboratorio con diferentes porcentajes de neumático reciclado para observar las variaciones de las propiedades físicas y mecánicas del concreto con fibras de neumático reciclado siguiendo las normas técnicas peruanas y el diseño de mezcla del ACI-211 para la recolección de datos y su análisis.

### 3.2. Variables y Operacionalización

Propiedad que tiene una variación que puede medirse u observarse. HERNANDEZ SAMPIERI (pág. 105).

- Definición Conceptual.
- Definición Operacional.
- Indicadores.
- Escala de Medición.
- Las variables para esta investigación son:

**Variable Independiente** – La resistencia Estructural

**Variable dependiente** – Diseño Estructural Sismoresistente

### **3.3. Población y Muestra**

La población elegida para la siguiente investigación es el Asentamiento Humano Monterrey en el distrito de Ate y para este caso la muestra es intencional no probabilístico.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

- Las técnicas utilizadas serán:
  - Ficha de observación: esta información se llenará respecto a todo lo que se pueda observar en el campo detalladamente.
  - Desarrollo de diseño de mezcla.
  - Ensayo a la compresión, tracción y flexión.
  
- Los instrumentos a emplearse serán:
  - Excel para la formulación de tablas y cuadros.
  - Robot Structural, para el análisis, se empleará para diseño y modelamiento estructural de una vivienda de cuatro niveles.
  - ACI.
  - Norma E0.20 Cargas, E0.30 Sismoresistente, E.050 Suelos y Cimentaciones, E0.60 Concreto Armado.
  - Reglamento Nacional de Edificaciones.

#### **❖ Validez**

La validez, en términos generales da como referencia al grado que un instrumento mide realmente la variable. Hernández et al. (2014) (p. 200).

En este estudio la validación del instrumento, se obtiene mediante el juicio de expertos considerando las normas establecidas para así asegurar los resultados del diseño y modelamiento.

#### ❖ Confiabilidad

La confiabilidad que se atribuye a un instrumento de medición se da mediante la aplicación repetida a un determinado individuo u objeto y produzca los mismos resultados. Hernández et al. (2014) (p. 200).

### **3.5. Procedimientos**

Para el siguiente estudio se consideró seguir lo siguiente como parte del procedimiento para el diseño estructural sismoresistente empleando fibras de neumático reciclado como aporte a la resistencia estructural:

- Ensayos en laboratorios para determinar la calidad de la mezcla en estado fresco y endurecido en edades de curado de 7, 14 y 28 días. Incorporando porcentajes de fibra de 5% y 10% al concreto.
- Ensayos de las propiedades físico mecánicas de los agregados finos, gruesos y fibras de neumático reciclado.
- Diseño, modelamiento y análisis estructural de la vivienda unifamiliar.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Para el método de análisis de datos se llevará a cabo a través de los siguientes métodos:

- Método estadístico inferencial donde se podrá determinar la resistencia estructural ( $f'_c$ ) como aporte, empleando fibras de neumático reciclado, esto con el fin de realizar posteriormente con los resultados nuestro diseño estructural y modelamiento de una vivienda de 5 niveles en el Asentamiento Humano Monterrey ubicado en el distrito de Ate.



### **3.7. Aspectos éticos**

En esta investigación a fin de no obtener plagio, toda información encontrada en tesis, revistas, informes científicos, manuales, libros y páginas web están debidamente referenciadas dando así y considerando un notable respeto de la autoría de los citados.

## **IV. RESULTADOS**

## 4.1 Estudios realizados a los Agregados y Fibra de Caucho Reciclado

En esta parte detallaremos los resultados de nuestros estudios realizados a los materiales, y así obtener una correcta elaboración de diseño de mezcla para poder realizar nuestras probetas, obtendremos las propiedades de cada agregado siendo así el módulo de fineza, la granulometría, su peso específico, su peso unitario compactado y suelto, su contenido de humedad y absorción.

### 4.1.1 Agregado Grueso

Es un junto de partículas naturales el cual llega a tener un proceso, para poder adquirir los tipos de tamaño (diámetro). Además, que los agregados se diferencian por su diámetro, se les conoce agregado grueso a las partículas que no pasan por la malla N° 4.

**Figura 14:** Agregado grueso en la tara.



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 15:** Agregado grueso para el diseño de mezcla.



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.2 Granulometría de A.G.

Con el objetivo de poder tener la granulometría del agregado grueso se realizó a través de los tamices, hallando los siguientes resultados:

**Tabla 8**

*Granulometría de agregado grueso*

| MALLAS | ABERTURA<br>(mm) | MATERIAL<br>RETENIDO |      | % ACUMULADOS |       | ESPECIFICACIONES<br>HUSO # 67 |
|--------|------------------|----------------------|------|--------------|-------|-------------------------------|
|        |                  | (g)                  | (%)  | Retenido     | Pasa  |                               |
| 2"     | 50.00            | 0.0                  | 0.0  | 0.0          | 100.0 |                               |
| 1 1/2" | 37.50            | 0.0                  | 0.0  | 0.0          | 100.0 |                               |
| 1"     | 24.50            | 0.0                  | 0.0  | 0.0          | 100.0 | 100                           |
| 3/4"   | 19.05            | 85.0                 | 4.6  | 4.6          | 95.4  | 90 - 100                      |
| 1/2"   | 12.50            | 896.0                | 49.0 | 53.6         | 46.4  | ---                           |
| 3/8"   | 9.53             | 458.0                | 25.0 | 78.6         | 21.4  | 20 - 55                       |
| Nº 4   | 4.76             | 390.0                | 21.3 | 99.9         | 0.1   | 0 - 10                        |
| Nº 8   | 2.38             | 1.0                  | 0.1  | 100.0        | 0.0   | 0 - 5                         |

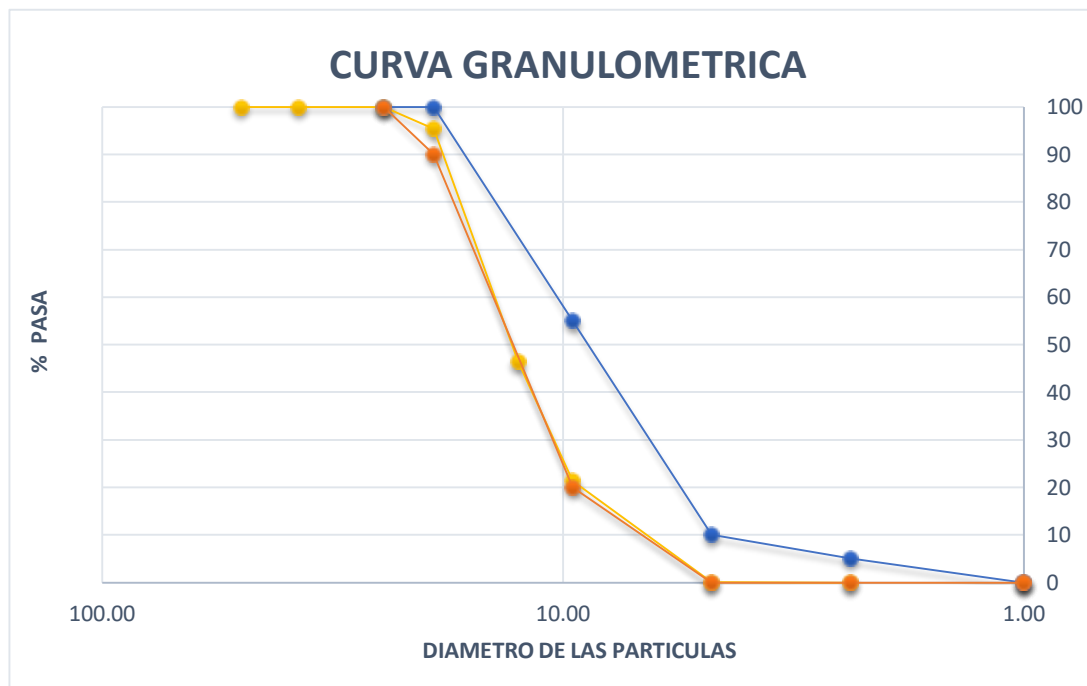
|       |      |     |     |       |     |
|-------|------|-----|-----|-------|-----|
| Nº 16 | 1.18 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 |
| FONDO |      | 0.0 | 0.0 |       |     |

---

Fuente: Elaboración Propia

Estos resultados se graficaron para poder tener la curva de granulometría como se visualiza en la siguiente imagen:

**Figura 16:** Curva Granulométrica de agregado grueso



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.3 Modulo de Fineza de A.G.

Según la normativa de nuestro país, el módulo de fineza especifica la finura del agregado sumando el porcentaje retenido en ciertos tamices. En cuanto a los resultados que obtuvimos, podemos señalar:

MF: 6.83

#### 4.1.4 Contenido de Humedad de A.G.

Especifica el porcentaje o cantidad de agua contenida en las partículas del agregado, que se realiza de acuerdo con la norma ASTM C566. A continuación, mostraremos los resultados.

**Tabla 9**

*Contenido de humedad del agregado grueso*

| Contenido de humedad de agregado grueso ASTM C-566 |                 |                           |                      |
|--|-----------------|---------------------------|----------------------|
| Peso Húmedo (gr.)                                  | Peso Seco (gr.) | Porcentaje de humedad (%) | Promedio Humedad (%) |
| 1832.00  | 1830.00         | 0.1                       | 0.1                  |

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.5 Peso Unitario Suelto de A.G.

Es el peso sin compactar del agregado, su propósito es diseñar mezclas en el sitio, porque los materiales del sitio generalmente están en un estado no compactado.

**Tabla 10**

*Peso unitario suelto del agregado grueso (ASTM C-29)*

| MUESTRA N° |                                    |      | M - 1 | M - 2 | M - 3 |
|------------|------------------------------------|------|-------|-------|-------|
| 1          | Peso de la Muestra + Molde         | g    | 6012  | 5989  | 6005  |
| 2          | Peso del Molde                     | g    | 2363  | 2363  | 2363  |
| 3          | Peso de la Muestra (1 - 2)         | g    | 3649  | 3626  | 3642  |
| 4          | Volumen del Molde                  | cc   | 2760  | 2760  | 2760  |
| 5          | Peso Unitario Suelto de la Muestra | g/cc | 1.322 | 1.314 | 1.320 |

|                                      |             |              |
|--------------------------------------|-------------|--------------|
| <b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO</b> | <b>g/cc</b> | <b>1.318</b> |
|--------------------------------------|-------------|--------------|

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.6 Peso Unitario Compactado de A.G.

Es el peso del agregado después del ajuste mecánico externo.

**Tabla 11**

*Peso unitario compactado del agregado grueso (ASTM C-29)*

| MUESTRA N°                               |  |             | M - 1        | M - 2 | M - 3 |
|--|--|-------------|--------------|-------|-------|
| 1  | Peso de la Muestra + Molde             | g           | 6614         | 6596  | 6587  |
| 2  | Peso del Molde                         | g           | 2363         | 2363  | 2363  |
| 3  | Peso de la Muestra (1 - 2)             | g           | 4251         | 4233  | 4224  |
| 4  | Volumen del Molde                      | cc          | 2760         | 2760  | 2760  |
| 5  | Peso Unitario Compactado de la Muestra | g/cc        | 1.540        | 1.534 | 1.530 |
| <b>PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO</b> |  | <b>g/cc</b> | <b>1.535</b> |       |       |

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.7 Agregado Fino

Para poder determinar las características del agregado fino, se muestrea una parte del material.

**Figura 17:** Agregado fino empelado para realizar el diseño de mezcla



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.8 Granulometría de A.F.

**Tabla 12**

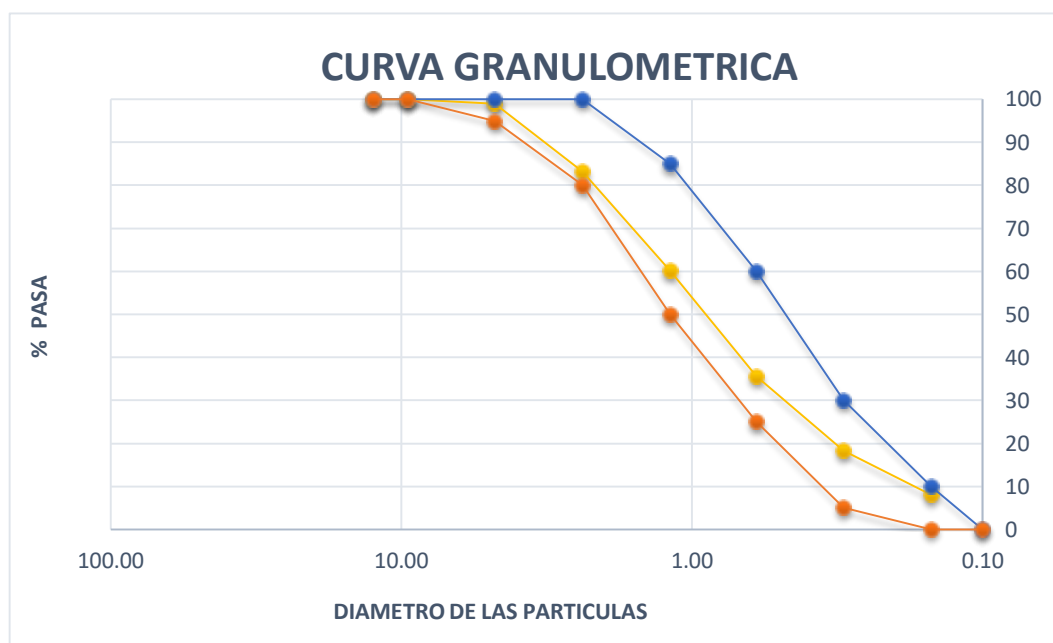
*Granulometría de agregado fino.*

| MALLAS | ABERTURA<br>(mm) | MATERIAL<br>RETENIDO |      | % ACUMULADOS |        | ESPECIFICACIONES<br>ASTM C 33 |
|--------|------------------|----------------------|------|--------------|--------|-------------------------------|
|        |                  | (g)                  | (%)  | Retenido     | Pasa   |                               |
| 1/2"   | 12.50            | 0.00                 | 0.00 | 0.00         | 100.00 |                               |
| 3/8"   | 9.50             | 0.00                 | 0.00 | 0.00         | 100.00 | 100                           |
| Nº4    | 4.76             | 7.9                  | 1.0  | 1.0          | 99.0   | 95 - 100                      |
| Nº8    | 2.38             | 120.1                | 15.8 | 16.8         | 83.2   | 80 - 100                      |
| Nº 16  | 1.19             | 175.6                | 23.1 | 39.9         | 60.1   | 50 - 85                       |
| Nº 30  | 0.60             | 186.9                | 24.5 | 64.4         | 35.6   | 25 - 60                       |
| Nº 50  | 0.30             | 131.5                | 17.3 | 81.7         | 18.3   | 05 - 30                       |
| Nº 100 | 0.15             | 78.5                 | 10.3 | 92.0         | 8.0    | 0 - 10                        |



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 18:** Curva Granulométrica de agregado fino



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.9 Modulo de fineza de A.F.

El módulo de finura del agregado es una medida de su tamaño, si es pequeño, generalmente menor de 4, se le llama agregado fino, y si su valor es del orden de 7, se le llama agregado grueso. Matemáticamente, esto se calcula como la suma de los porcentajes reservados en la cuadrícula. Divida los números 4, 8, 16, 30, 50 y 100 por 100.

Según esta definición se tiene:

$$M.F.= 2.96$$

#### 4.1.10 Contenido de Humedad de A.F.

Especifica el porcentaje o cantidad de agua contenida en las partículas del agregado, que se realiza de acuerdo con la norma ASTM C566. A continuación, mostraremos los resultados.

**Tabla 13**

*Contenido de humedad del agregado fino*

| Contenido de humedad de agregado grueso ASTM C-566 |                 |                           |                      |
|--|-----------------|---------------------------|----------------------|
| Peso Húmedo (gr.)                                  | Peso Seco (gr.) | Porcentaje de humedad (%) | Promedio Humedad (%) |
| 771.50   | 761.80          | 1.3                       | 1.3                  |

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.11 Peso Unitario Suelto de A.F.

Es el peso sin compactar del agregado, su propósito es diseñar mezclas en el sitio, porque los materiales del sitio generalmente están en un estado no compactado.

**Tabla 14**

*Peso unitario suelto del agregado fino (ASTM C-29)*

| MUESTRA N° |                                    |      | M - 1 | M - 2 | M - 3 |
|------------|------------------------------------|------|-------|-------|-------|
| 1          | Peso de la Muestra + Molde         | g    | 6596  | 6615  | 6587  |
| 2          | Peso del Molde                     | g    | 2363  | 2363  | 2363  |
| 3          | Peso de la Muestra (1 - 2)         | g    | 4233  | 4252  | 4224  |
| 4          | Volumen del Molde                  | cc   | 2760  | 2760  | 2760  |
| 5          | Peso Unitario Suelto de la Muestra | g/cc | 1.534 | 1.541 | 1.530 |

|                                      |             |              |
|--------------------------------------|-------------|--------------|
| <b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO</b> | <b>g/cc</b> | <b>1.535</b> |
|--------------------------------------|-------------|--------------|

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.12 Peso Unitario Compactado de A.F.

Es el peso del agregado después del ajuste mecánico externo.

**Tabla 15**

*Peso unitario compactado del agregado fino (ASTM C-29)*

| MUESTRA N°                               |  |             | M - 1        | M - 2 | M - 3 |
|--|--|-------------|--------------|-------|-------|
| 1  | Peso de la Muestra + Molde             | g           | 7196         | 7215  | 7211  |
| 2  | Peso del Molde                         | g           | 2363         | 2363  | 2363  |
| 3  | Peso de la Muestra (1 - 2)             | g           | 4833         | 4852  | 4848  |
| 4  | Volumen del Molde                      | cc          | 2760         | 2760  | 2760  |
| 5  | Peso Unitario Compactado de la Muestra | g/cc        | 1.751        | 1.758 | 1.757 |
| <b>PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO</b> |  | <b>g/cc</b> | <b>1.755</b> |       |       |

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.13 Fibras de Caucho Reciclado

**Figura 19:** Caucho reciclado



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 20:** Fibras de Caucho Reciclado



Fuente: Elaboración Propia

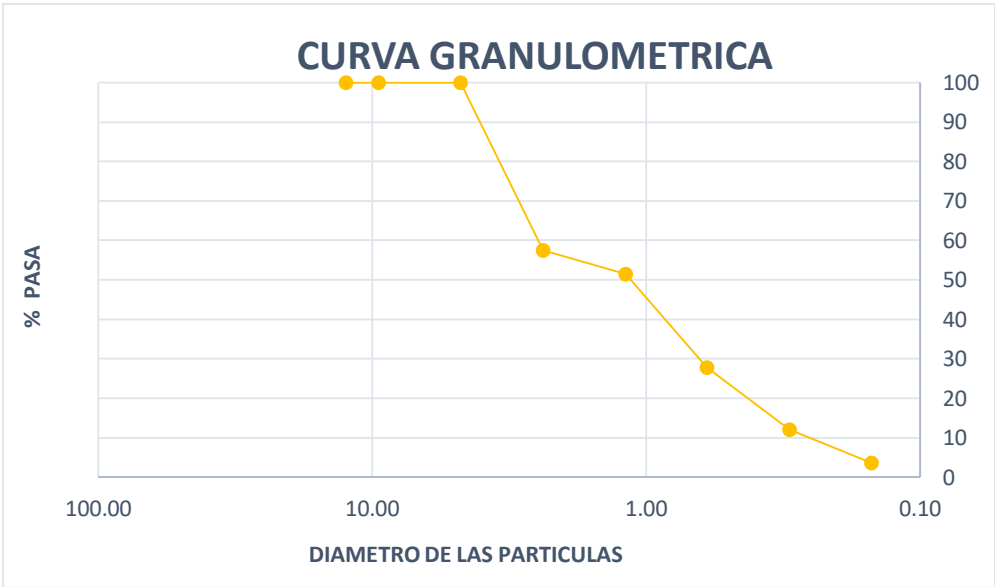
4.1.14 Granulometría de Caucho Reciclado

Tabla 16  
Granulometría de caucho.

| MALLAS | ABERTURA<br>(mm) | MATERIAL<br>RETENIDO |      | % ACUMULADOS |        | ESPECIFICACIONES<br><br>ASTM C 136 |
|--------|------------------|----------------------|------|--------------|--------|------------------------------------|
|        |                  | (g)                  | (%)  | Retenido     | Pasa   |                                    |
| 1/2"   | 12.50            | 0.00                 | 0.00 | 0.00         | 100.00 |                                    |
| 3/8"   | 9.50             | 0.00                 | 0.00 | 0.00         | 100.00 |                                    |
| Nº4    | 4.76             | 0.00                 | 0.00 | 0.00         | 100.00 | 100                                |
| Nº8    | 2.38             | 177.6                | 42.6 | 42.6         | 57.4   | 55 - 100                           |
| Nº 16  | 1.19             | 24.6                 | 5.9  | 48.5         | 51.4   | 50 - 55                            |
| Nº 30  | 0.60             | 99.1                 | 23.8 | 72.3         | 27.7   | 25 - 50                            |
| Nº 50  | 0.30             | 65.3                 | 15.7 | 88.0         | 12.0   | 10 - 25                            |
| Nº 100 | 0.15             | 34.9                 | 8.4  | 96.4         | 3.6    | 0 - 10                             |
| FONDO  |                  | 15.0                 | 3.6  | 100.0        | 0.0    | 0 - 0                              |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 21: Características de la granulometría de fibras de caucho



Fuente: Elaboración Propia

## 4.2 Laboratorio de Ensayos en Agregados y Concreto

### 4.2.1 Datos de Laboratorio:

➤ Materiales:

- Agregados Fino y Grueso: Cantera Trapiche
- Cemento Sol Tipo I
- Agua: Potables de la zona.

➤ Resultados de Laboratorio:

**Agregado grueso:**

- P. inicial húmedo: 1832 g
- P. inicial seco: 1830 g
- P. específico: 2.65 g/cc
- Módulo de fineza: 6.83
- %Absorción: 1.0 %
- Contenido de humedad: 0.1 %
- P. unitario suelto: 1318.00 kg/m<sup>3</sup>
- P. unitario compactado: 1535.00 kg/m<sup>3</sup>

**Agregado Fino:**

- P. inicial húmedo: 771.5 g
- P. inicial seco: 761.8 g
- P. específico: 2.64 g/cc
- Módulo de fineza: 2.96
- %Absorción: 1.5 %
- Contenido de humedad: 1.3 %
- P. unitario suelto: 1535.00 kg/m<sup>3</sup>
- P. unitario compactado: 1755.00 kg/m<sup>3</sup>

#### **Fibras de Caucho:**

- P. inicial húmedo: 416.8 g
- P. inicial seco: 416.4 g
- P. específico: 1.02 g/cc
- Módulo de fineza: 3.48
- %Absorción: 5.2 %
- Contenido de humedad: 0.1 %

#### **4.2.2 Especificación de diseño**

Para dicho diseño se utilizó el método ACI, La resistencia es de 210 kg/cm<sup>2</sup> después de los 28 días.

#### **4.2.3 Diseño de Mezcla:**

##### **❖ Valores de Diseño**

**Tabla 17**

*Valores de Diseño*

| <b>Descripción</b>         | <b>Muestra Patrón</b> | <b>Muestra con 5% de caucho</b> | <b>Muestra con 10% de caucho</b> |
|----------------------------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Asentamiento (pulg)        | 4 1/2                 | 4                               | 4                                |
| Tamaño Máximo Nominal      | 3/4"                  | 3/4"                            | 3/4"                             |
| Relación Agua Cemento      | 0.587                 | 0.587                           | 0.587                            |
| Agua (lts/m <sup>3</sup> ) | 225                   | 225                             | 225                              |
| Total de Aire Atrapado %   | 2.0                   | 2.0                             | 2.0                              |
| Total de Aire Atrapado     | 0.33                  | 0.33                            | 0.33                             |

Fuente: Elaboración Propia

## ❖ Análisis de Diseño

**Tabla 18**

*Análisis de Diseño*

| Descripción                      | Und   | Muestra Patrón | Muestra con 5% de Caucho | Muestra con 10% de Caucho |
|----------------------------------|-------|----------------|--------------------------|---------------------------|
| Factor Cemento                   | kg/m3 | 383            | 383                      | 383                       |
| Volumen Absoluto de Agregados    | m3/m3 | 0.632          | 0.632                    | 0.632                     |
| Sumatoria de Volúmenes Absolutos | m3/m3 | 1.0            | 1.0                      | 1.0                       |

Fuente: Elaboración Propia

## ❖ Cantidad de materiales m3 por en peso seco

**Tabla 19**

*Cantidad de materiales m3 por en peso seco*

| Descripción                   | Und   | Muestra Patrón | Muestra con 5% de Caucho | Muestra con 10% de Caucho |
|-------------------------------|-------|----------------|--------------------------|---------------------------|
| Cemento                       | kg/m3 | 383            | 383                      | 383                       |
| Agua                          | Lt/m3 | 225            | 225                      | 225                       |
| Agregado Fino                 | kg/m3 | 800            | 761                      | 721                       |
| Agregado Grueso               | kg/m3 | 872            | 872                      | 872                       |
| Del volumen del agregado fino | kg/m3 |                | 15.5                     | 30.9                      |
| Peso de Mezcla                | kg/m3 | 2280           | 2241                     | 2201                      |

Fuente: Elaboración Propia



### ❖ Corrección por Humedad

**Tabla 20**

*Corrección por Humedad*

| Descripción                   | Und   | Muestra Patrón | Muestra con 5% de Caucho | Muestra con 10% de Caucho |
|-------------------------------|-------|----------------|--------------------------|---------------------------|
| Agregado Fino Húmedo          | kg/m3 | 810.3          | 770.7                    | 730.2                     |
| Agregado Grueso Húmedo        | kg/m3 | 872.7          | 872.7                    | 872.7                     |
| Del volumen del agregado fino | kg/m3 |                | 15.5                     | 31.0                      |

Fuente: Elaboración Propia

### ❖ Contribución de Agua de los Agregados

**Tabla 21**

*Contribución de Agua de los Agregados*

| Descripción                   | Und    | Muestra Patrón | Muestra con 5% de Caucho | Muestra con 10% de Caucho |
|-------------------------------|--------|----------------|--------------------------|---------------------------|
| Agregado Fino                 | Lts/m3 | 1.6            | 1.5                      | 1.4                       |
| Agregado Grueso               | Lts/m3 | 7.8            | 7.8                      | 7.8                       |
| Del volumen del agregado fino | Lts/m3 |                | 0.8                      | 1.6                       |
| Agua de Mezcla Corregida      | Lts/m3 | 234.4          | 235.2                    | 235.9                     |

Fuente: Elaboración Propia

### ❖ Cantidad de Materiales m3 por en peso húmedo

**Tabla 22**

*Cantidad de materiales m3 por en peso húmedo*

| Descripción                   | Und    | Muestra Patrón | Muestra con 5% de Caucho | Muestra con 10% de Caucho |
|-------------------------------|--------|----------------|--------------------------|---------------------------|
| Cemento                       | Kg/m3  | 383            | 383                      | 383                       |
| Agua                          | Lts/m3 | 234            | 235                      | 236                       |
| Agregado Fino                 | Kg/m3  | 810            | 771                      | 730                       |
| Agregado Grueso               | Kg/m3  | 873            | 873                      | 873                       |
| Del volumen del agregado fino | Kg/m3  |                | 15.5                     | 30.9                      |
| Peso de Mezcla                | Kg/m3  | 2300           | 2262                     | 2222                      |

Fuente: Elaboración Propia

### ❖ Cantidad de Materiales (44lt.)

**Tabla 23**

*Cantidad de materiales 44lt.*

| Descripción                   | Und | Muestra Patrón | Muestra con 5% de Caucho | Muestra con 10% de Caucho |
|-------------------------------|-----|----------------|--------------------------|---------------------------|
| Cemento                       | Kg  | 13.41          | 13.41                    | 13.41                     |
| Agua                          | Lts | 8.21           | 8.23                     | 8.26                      |
| Agregado Fino                 | Kg  | 28.36          | 26.98                    | 25.56                     |
| Agregado Grueso               | Kg  | 30.55          | 30.55                    | 30.55                     |
| Del volumen del agregado fino | g   |                | 541.5                    | 1083.0                    |

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.4 Elaboración de Ensayos

**Figura 22:** Agregados para la mezcla



Fuente: Propia Elaboración

**Figura 23:** Peso de materiales



Fuente: Propia Elaboración

**Figura 24:** Medida de Asentamiento



Fuente: Propia Elaboración

**Figura 25:** Vaciado de concreto



Fuente: Propia Elaboración

### 4.3 Análisis de resistencia a compresión

#### 4.3.1 Concreto Patrón

Resultados de prueba simple a compresión del hormigón son los siguientes: Se resume en la siguiente tabla. Para mayor claridad, estos son Divididos según la edad a la que fueron evaluados.

**Tabla 24**

*Resultado patrón a compresión al día 7*

| IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN | EDAD EN DÍAS | FUERZA MÁXIMA (Kgf) | ÁREA cm <sup>2</sup> | ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup> | F'c Diseño kg/cm <sup>2</sup> | % F'c |
|-----------------------------|--------------|---------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------|
| PATRÓN                      | 7            | 15503.50            | 78.54                | 197.40                      | 210.00                        | 94.00 |
| PATRÓN                      | 7            | 15341.90            | 78.54                | 195.34                      | 210.00                        | 93.02 |
| PATRÓN                      | 7            | 15594.40            | 78.54                | 198.55                      | 210.00                        | 94.55 |
| PROMEDIO                    |              | 15479.93            | 78.54                | 197.10                      | 210.00                        | 93.86 |

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 25**

*Resultado patrón a compresión al día 14*

| IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN | EDAD EN DÍAS | FUERZA MÁXIMA Kgf | ÁREA cm <sup>2</sup> | ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup> | F'c Diseño kg/cm <sup>2</sup> | % F'c  |
|-----------------------------|--------------|-------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------|
| PATRÓN                      | 14           | 18596.00          | 78.54                | 236.77                      | 210.00                        | 112.75 |
| PATRÓN                      | 14           | 18024.00          | 78.54                | 229.49                      | 210.00                        | 109.28 |
| PATRÓN                      | 14           | 18317.00          | 78.54                | 233.22                      | 210.00                        | 111.06 |

Fuente: Elaboración Propia

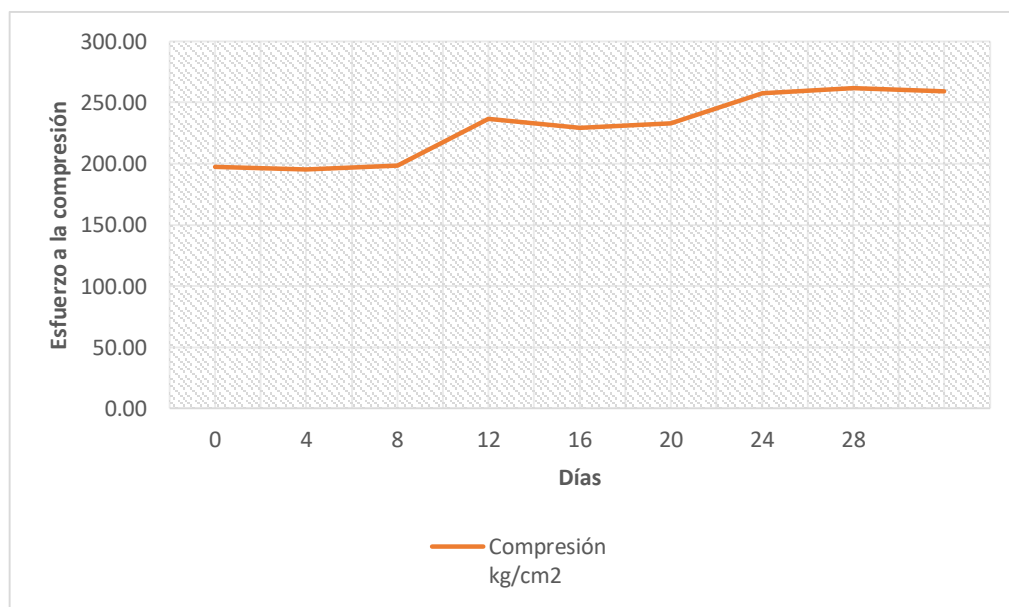
**Tabla 26**

*Resultado patrón a compresión al día 28*

| IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN | EDAD EN DÍAS | FUERZA MÁXIMA Kgf | ÁREA cm2 | ESFUERZO kg/cm2 | F'c Diseño kg/cm2 | % F'c  |
|-----------------------------|--------------|-------------------|----------|-----------------|-------------------|--------|
| PATRÓN                      | 28           | 20211.00          | 78.54    | 257.33          | 210.00            | 122.54 |
| PATRÓN                      | 28           | 20563.00          | 78.54    | 261.82          | 210.00            | 124.67 |
| PATRÓN                      | 28           | 20348.00          | 78.54    | 259.08          | 210.00            | 123.37 |
| PROMEDIO                    |              | 20374.00          | 78.54    | 259.41          | 210.00            | 123.53 |

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 26:** Variación del esfuerzo a la compresión del concreto de patrón



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.2 Concreto con 5% de caucho

En esta parte se analiza el resultado con el 5 % de caucho reciclado en tiempos de 7, 14 y 28 días.

**Tabla 27***Resultado a compresión empleando 5% de fibra de caucho reciclado al día 7*

| IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN | EDAD EN DÍAS | FUERZA MÁXIMA Kgf | ÁREA cm2 | ESFUERZO kg/cm2 | F'c Diseño kg/cm2 | % F'c |
|-----------------------------|--------------|-------------------|----------|-----------------|-------------------|-------|
| 5% DE CAUCHO                | 7            | 14463.20          | 78.54    | 184.15          | 210.00            | 87.69 |
| 5% DE CAUCHO                | 7            | 14119.80          | 78.54    | 179.78          | 210.00            | 85.61 |
| 5% DE CAUCHO                | 7            | 14180.40          | 78.54    | 180.55          | 210.00            | 85.98 |
| PROMEDIO                    |              | 14254.47          | 78.54    | 181.49          | 210.00            | 86.43 |

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 28***Resultado a compresión empleando 5% de fibra de caucho reciclado al día 14*

| IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN | EDAD EN DÍAS | FUERZA MÁXIMA Kgf | ÁREA cm2 | ESFUERZO kg/cm2 | F'c Diseño kg/cm2 | % F'c  |
|-----------------------------|--------------|-------------------|----------|-----------------|-------------------|--------|
| 5% DE CAUCHO                | 14           | 18596.00          | 78.54    | 236.77          | 210.00            | 112.75 |
| 5% DE CAUCHO                | 14           | 18024.00          | 78.54    | 229.49          | 210.00            | 109.28 |
| 5% DE CAUCHO                | 14           | 18317.00          | 78.54    | 233.22          | 210.00            | 111.06 |
| PROMEDIO                    |              | 18312.33          | 78.54    | 233.16          | 210.00            | 111.03 |

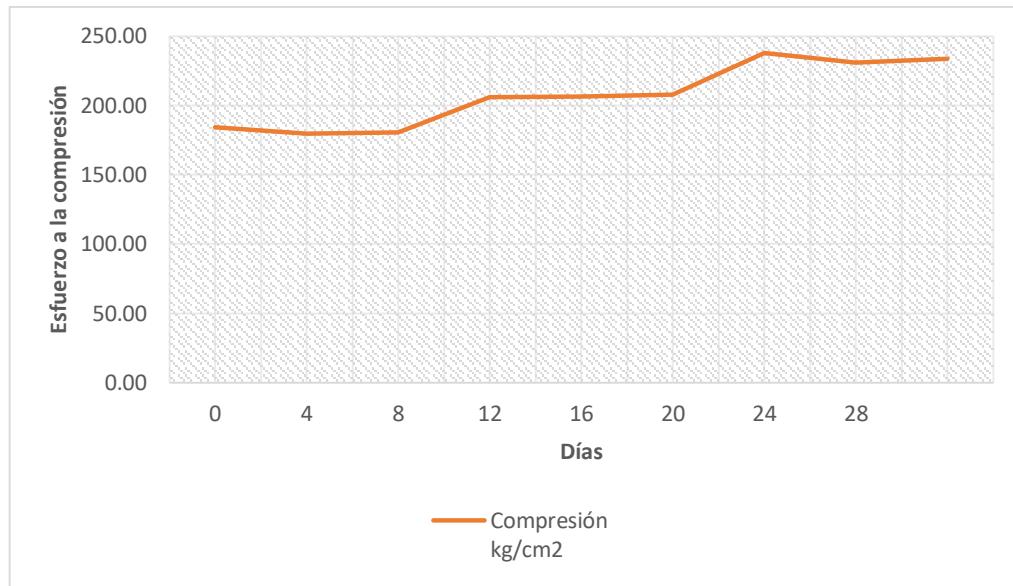
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 29***Resultado a compresión empleando 5% de fibra de caucho reciclado al día 28*

| IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN | EDAD EN DÍAS | FUERZA MÁXIMA Kgf | ÁREA cm2 | ESFUERZO kg/cm2 | F'c Diseño kg/cm2 | % F'c  |
|-----------------------------|--------------|-------------------|----------|-----------------|-------------------|--------|
| 5% DE CAUCHO                | 28           | 18692.00          | 78.54    | 237.99          | 210.00            | 113.33 |
| 5% DE CAUCHO                | 28           | 18157.00          | 78.54    | 231.18          | 210.00            | 110.09 |
| 5% DE CAUCHO                | 28           | 18366.00          | 78.54    | 233.84          | 210.00            | 111.35 |
| PROMEDIO                    |              | 18405.00          | 78.54    | 234.34          | 210.00            | 111.59 |

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 27:** Variación del esfuerzo a la compresión del concreto con 5% de caucho.



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.3 Concreto con 10% de caucho

En esta parte se analiza el resultado con el 10 % de caucho reciclado en tiempos de 7, 14 y 28 días.

**Tabla 30**

*Resultado a compresión empleando 10% de fibra de caucho reciclado al día 7*

| IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN | EDAD EN DÍAS | FUERZA MÁXIMA Kgf | ÁREA cm2 | ESFUERZO kg/cm2 | F'c Diseño kg/cm2 | % F'c |
|-----------------------------|--------------|-------------------|----------|-----------------|-------------------|-------|
| 10% DE CAUCHO               | 7            | 13483.50          | 78.54    | 171.68          | 210.00            | 81.75 |
| 10% DE CAUCHO               | 7            | 12988.60          | 78.54    | 165.38          | 210.00            | 78.75 |
| 10% DE CAUCHO               | 7            | 13099.70          | 78.54    | 166.79          | 210.00            | 79.42 |
| PROMEDIO                    |              | 13190.60          | 78.54    | 167.95          | 210.00            | 79.98 |

Fuente: Elaboración Propia



**Tabla 31***Resultado a compresión empleando 10% de fibra de caucho reciclado al día 14*

| IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN | EDAD EN DÍAS | FUERZA MÁXIMA Kgf | ÁREA cm2 | ESFUERZO kg/cm2 | F'c Diseño kg/cm2 | % F'c |
|-----------------------------|--------------|-------------------|----------|-----------------|-------------------|-------|
| 10% DE CAUCHO               | 14           | 15616.50          | 78.54    | 198.84          | 210.00            | 94.68 |
| 10% DE CAUCHO               | 14           | 15275.00          | 78.54    | 194.49          | 210.00            | 92.61 |
| 10% DE CAUCHO               | 14           | 15386.00          | 78.54    | 195.90          | 210.00            | 93.29 |
| PROMEDIO                    |              | 15425.83          | 78.54    | 196.41          | 210.00            | 93.53 |

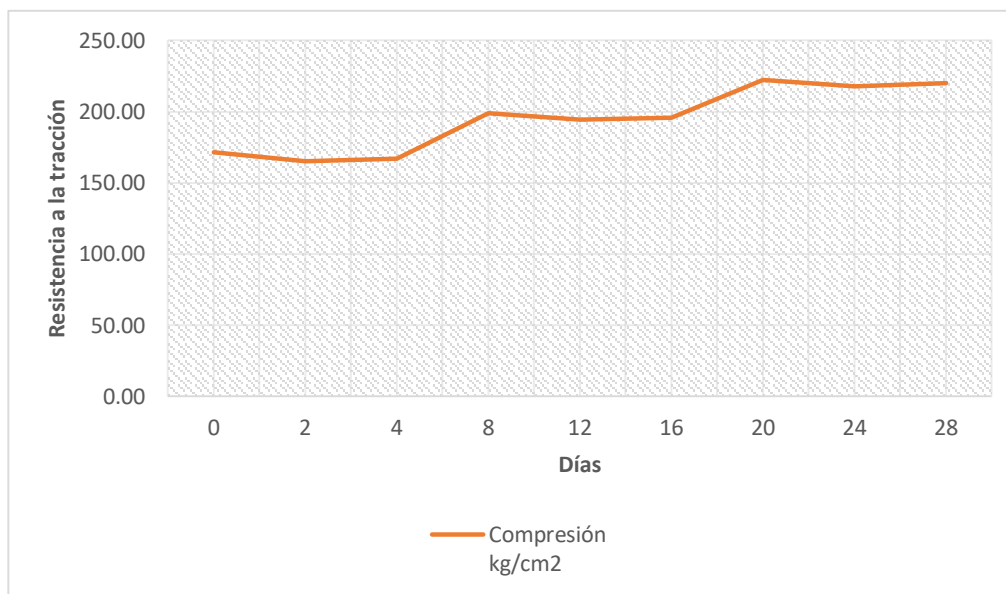
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 32***Resultado a compresión empleando 10% de fibra de caucho reciclado al día 28*

| IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN | EDAD EN DÍAS | FUERZA MÁXIMA Kgf | ÁREA cm2 | ESFUERZO kg/cm2 | F'c Diseño kg/cm2 | % F'c  |
|-----------------------------|--------------|-------------------|----------|-----------------|-------------------|--------|
| 10% DE CAUCHO               | 28           | 17469.00          | 78.54    | 222.42          | 210.00            | 105.92 |
| 10% DE CAUCHO               | 28           | 17103.00          | 78.54    | 217.76          | 210.00            | 103.70 |
| 10% DE CAUCHO               | 28           | 17268.00          | 78.54    | 219.86          | 210.00            | 104.70 |
| PROMEDIO                    |              | 17280.00          | 78.54    | 220.02          | 210.00            | 104.77 |

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 28:** Variación del esfuerzo a la compresión del concreto con 10% de caucho.



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4 Análisis de resistencia a tracción

##### 4.4.1 Concreto Patrón

Los resultados de la prueba de tracción del concreto son los siguientes: Se resume en la siguiente tabla. Para mayor claridad, estos son Divididos según la edad a la que fueron evaluados, correspondiendo a la normativa ASTM C496. Teniendo una en cuenta que la altura de la muestra es de 20cm.

**Tabla 33**

*Resultado patrón a tracción al día 7*

| IDENTIFICACIÓN | EDAD | DIAMETRO (CM) | CARGA (KG) | RESISTENCIA (KG/CM2) |
|----------------|------|---------------|------------|----------------------|
| PATRÓN         | 7    | 10            | 6882.98    | 21.91                |
| PATRÓN         | 7    | 10            | 7097.11    | 22.59                |
| PATRÓN         | 7    | 10            | 6536.28    | 20.81                |
| PROMEDIO       |      | 10            | 6838.79    | 21.77                |

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 34***Resultado patrón a tracción al día 14*

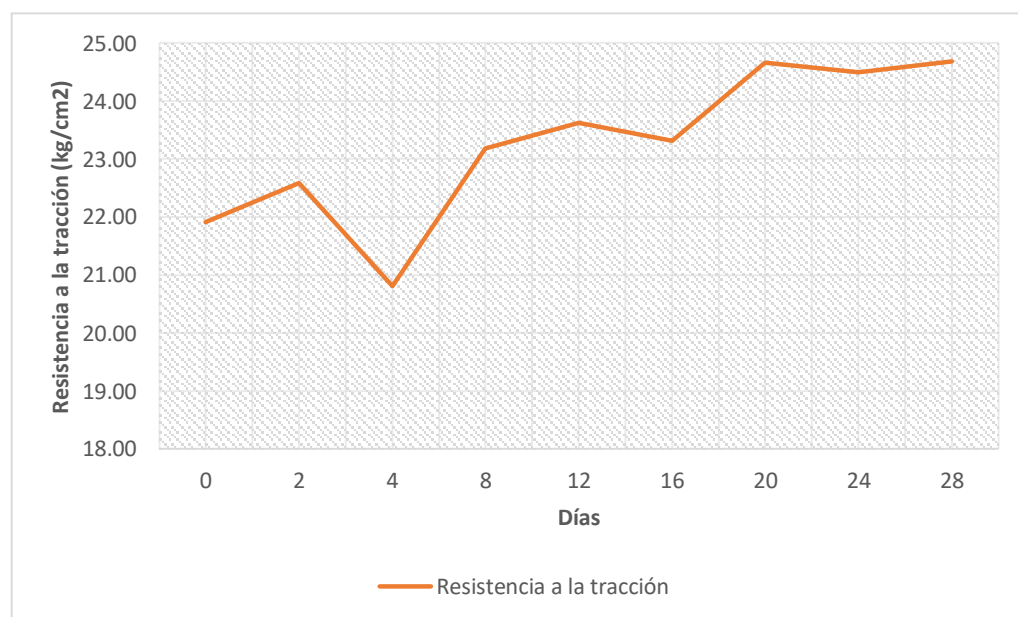
| IDENTIFICACIÓN | EDAD | DIAMETRO (CM) | CARGA (KG) | RESISTENCIA (KG/CM2) |
|----------------|------|---------------|------------|----------------------|
| PATRÓN         | 14   | 10            | 7281.70    | 23.18                |
| PATRÓN         | 14   | 10            | 7420.50    | 23.62                |
| PATRÓN         | 14   | 10            | 7326.00    | 23.32                |
| PROMEDIO       |      | 10            | 7342.73    | 23.37                |

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 35***Resultado patrón a tracción al día 28*

| IDENTIFICACIÓN | EDAD | DIAMETRO (CM) | CARGA (KG) | RESISTENCIA (KG/CM2) |
|----------------|------|---------------|------------|----------------------|
| PATRÓN         | 28   | 10            | 7748.00    | 24.66                |
| PATRÓN         | 28   | 10            | 7695.00    | 24.49                |
| PATRÓN         | 28   | 10            | 7756.00    | 24.69                |
| PROMEDIO       |      | 10            | 7733.00    | 24.61                |

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 29:** Variación de la resistencia a la tracción del concreto patrón.

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.2 Concreto con 5% de caucho

En esta parte se analiza el resultado con el 5 % de caucho reciclado en tiempos de 7, 14 y 28 días.

**Tabla 36**

*Resultado a tracción empleando 5% de fibra de caucho reciclado al día 7*

| IDENTIFICACIÓN | EDAD | DIAMETRO<br>(CM) | CARGA<br>(KG) | RESISTENCIA<br>(KG/CM2) |
|----------------|------|------------------|---------------|-------------------------|
| CAUCHO 5%      | 7    | 10               | 7219.48       | 22.98                   |
| CAUCHO 5%      | 7    | 10               | 7433.61       | 23.66                   |
| CAUCHO 5%      | 7    | 10               | 7199.08       | 22.92                   |
| PROMEDIO       |      | 10               | 7284.06       | 23.19                   |

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 37**

*Resultado a tracción empleando 5% de fibra de caucho reciclado al día 14*

| IDENTIFICACIÓN | EDAD | DIAMETRO<br>(CM) | CARGA<br>(KG) | RESISTENCIA<br>(KG/CM2) |
|----------------|------|------------------|---------------|-------------------------|
| CAUCHO 5%      | 14   | 10               | 7627.10       | 24.28                   |
| CAUCHO 5%      | 14   | 10               | 7700.60       | 24.51                   |
| CAUCHO 5%      | 14   | 10               | 7593.20       | 24.17                   |
| CAUCHO 5%      |      | 10               | 7640.30       | 24.32                   |

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 38**

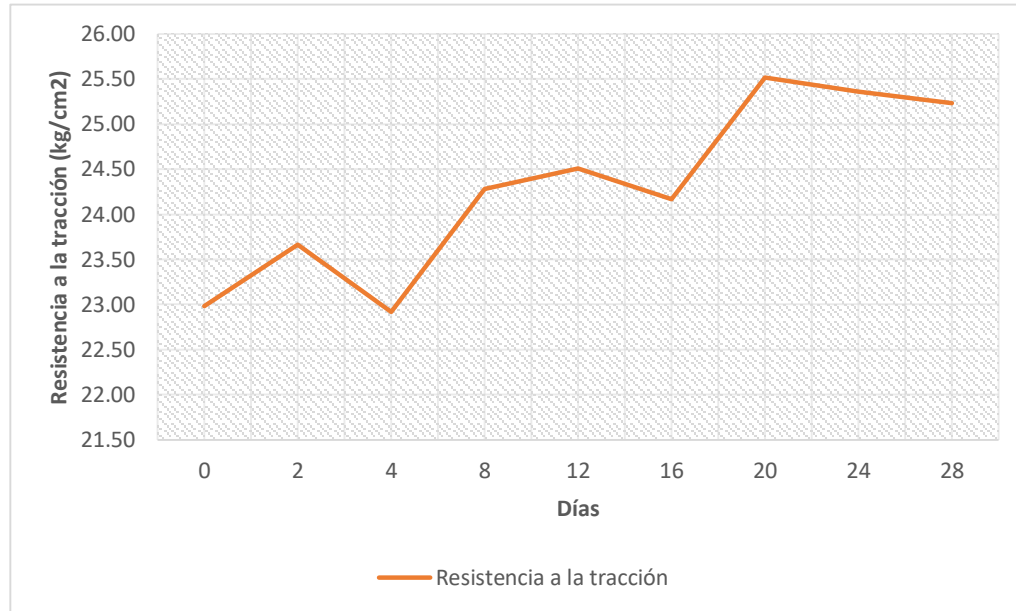
*Resultado a tracción empleando 5% de fibra de caucho reciclado al día 28*

| IDENTIFICACION | EDAD | DIAMETRO<br>(CM) | CARGA<br>(KG) | RESISTENCIA<br>(KG/CM2) |
|----------------|------|------------------|---------------|-------------------------|
| 5% DE CAUCHO   | 28   | 10               | 8016.00       | 25.52                   |
| 5% DE CAUCHO   | 28   | 10               | 7968.00       | 25.36                   |
| 5% DE CAUCHO   | 28   | 10               | 7926.00       | 25.23                   |

|          |    |         |       |
|----------|----|---------|-------|
| PROMEDIO | 10 | 7970.00 | 25.37 |
|----------|----|---------|-------|

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 30:** Variación de la resistencia a la tracción del concreto con 5% de caucho.



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.3 Concreto con 10% de caucho

En esta parte se analiza el resultado con el 10% de caucho reciclado en tiempos de 7, 14 y 28 días.

**Tabla 39**

*Resultado a tracción empleando 10% de fibra de caucho reciclado al día 7*

| IDENTIFICACIÓN | EDAD | DIAMETRO (CM) | CARGA (KG) | RESISTENCIA (KG/CM2) |
|----------------|------|---------------|------------|----------------------|
| 10% DE CAUCHO  | 7    | 10            | 7872.08    | 25.06                |
| 10% DE CAUCHO  | 7    | 10            | 7739.52    | 24.64                |
| 10% DE CAUCHO  | 7    | 10            | 7770.11    | 24.73                |
| PROMEDIO       |      | 10            | 7793.91    | 24.81                |

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 40***Resultado a tracción empleando 10% de fibra de caucho reciclado al día 14*

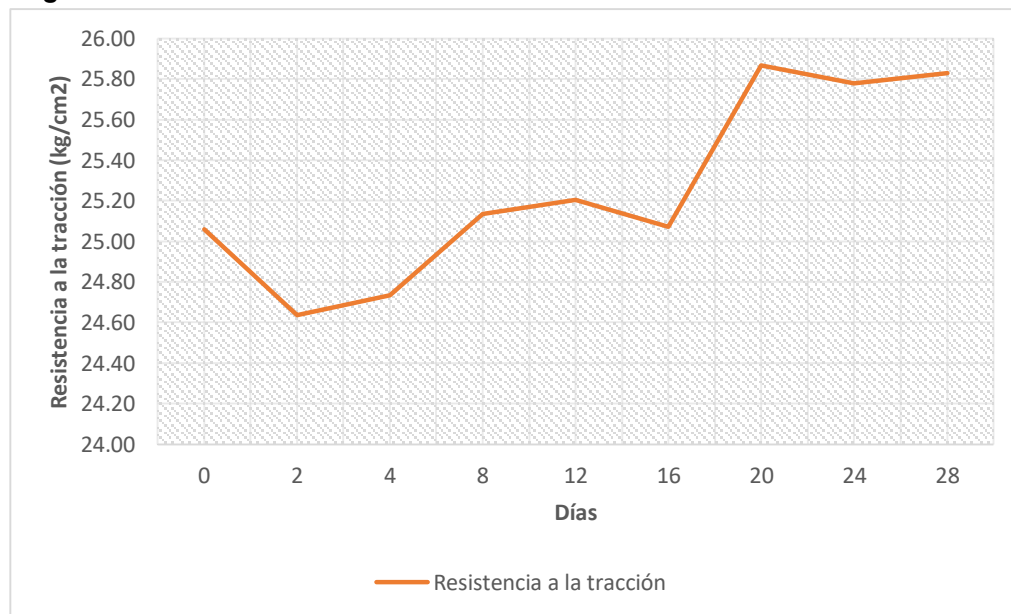
| IDENTIFICACIÓN | EDAD | DIAMETRO (CM) | CARGA (KG) | RESISTENCIA (KG/CM2) |
|----------------|------|---------------|------------|----------------------|
| 10% DE CAUCHO  | 14   | 10            | 7896.50    | 25.135               |
| 10% DE CAUCHO  | 14   | 10            | 7918.50    | 25.205               |
| 10% DE CAUCHO  | 14   | 10            | 7876.50    | 25.072               |
| PROMEDIO       |      | 10            | 7897.17    | 25.14                |

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 41***Resultado a tracción empleando 10% de fibra de caucho reciclado al día 28*

| IDENTIFICACIÓN | EDAD | DIAMETRO (CM) | CARGA (KG) | RESISTENCIA (KG/CM2) |
|----------------|------|---------------|------------|----------------------|
| 10% DE CAUCHO  | 28   | 10            | 8126.00    | 25.87                |
| 10% DE CAUCHO  | 28   | 10            | 8098.00    | 25.78                |
| 10% DE CAUCHO  | 28   | 10            | 8114.00    | 25.83                |
| PROMEDIO       |      | 10            | 8112.67    | 25.82                |

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 31:** Variación de la resistencia a la tracción del concreto con 10% de caucho.

Fuente: Elaboración Propia

## 4.5 Análisis de resistencia a flexión

### 4.5.1 Concreto Patrón

Los resultados de la prueba de tracción del concreto son los siguientes: Se resume en la siguiente tabla. Para mayor claridad, estos son Divididos según la edad a la que fueron evaluados.

**Tabla 42**

*Resultado patrón a flexión al día 7*

| IDENTIFICACIÓN | EDAD | ALTURA | ANCHO | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE | MODULO DE ROTURA |
|----------------|------|--------|-------|--------------------|-----------|------------------|
| PATRÓN         | 7    | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 33.00            |
| PATRÓN         | 7    | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 35.00            |
| PATRÓN         | 7    | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 35.00            |
| PROMEDIO       |      |        |       | 2.00               | 45.00     | 34.33            |

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 43**

*Resultado patrón a flexión al día 14*

| IDENTIFICACIÓN | EDAD | ALTURA | ANCHO | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE | MODULO DE ROTURA |
|----------------|------|--------|-------|--------------------|-----------|------------------|
| PATRÓN         | 14   | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 36.00            |
| PATRÓN         | 14   | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 36.00            |
| PATRÓN         | 14   | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 35.00            |
| PROMEDIO       |      |        |       | 2.00               | 45.00     | 35.67            |

Fuente: Elaboración Propia

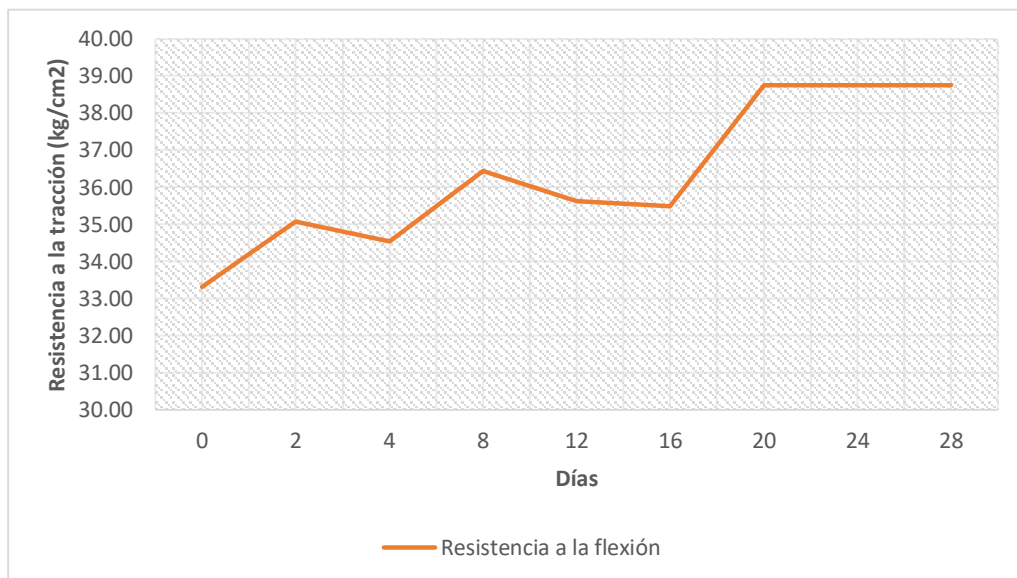
**Tabla 44**

*Resultado patrón a flexión al día 28*

| IDENTIFICACIÓN | EDAD | ALTURA | ANCHO | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE | MODULO DE ROTURA |
|----------------|------|--------|-------|--------------------|-----------|------------------|
| PATRÓN         | 28   | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 39.00            |
| PATRÓN         | 28   | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 39.00            |
| PATRÓN         | 28   | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 39.00            |
| PROMEDIO       |      | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 39.00            |

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 32:** Variación de la resistencia a flexión del concreto patrón.



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.5.2 Concreto con 5% de caucho

En esta parte se analiza los resultados de los ensayos con el 5 % de caucho reciclado en el tiempo de 7, 14 y 28 días.



**Tabla 45***Resultado a flexión al empleando 5% de fibra de caucho reciclado día 7*

| IDENTIFICACIÓN | EDAD | ALTURA | ANCHO | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE | MODULO DE ROTURA |
|----------------|------|--------|-------|--------------------|-----------|------------------|
| 5% DE CAUCHO   | 7    | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 37.00            |
| 5% DE CAUCHO   | 7    | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 36.00            |
| 5% DE CAUCHO   | 7    | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 37.00            |
| PROMEDIO       |      | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 36.67            |

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 46***Resultado a flexión empleando 5% de fibra de caucho reciclado al día 14*

| IDENTIFICACIÓN | EDAD | ALTURA | ANCHO | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE | MODULO DE ROTURA |
|----------------|------|--------|-------|--------------------|-----------|------------------|
| 5% DE CAUCHO   | 14   | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 40.00            |
| 5% DE CAUCHO   | 14   | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 39.00            |
| 5% DE CAUCHO   | 14   | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 38.00            |
| PROMEDIO       |      | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 39.00            |

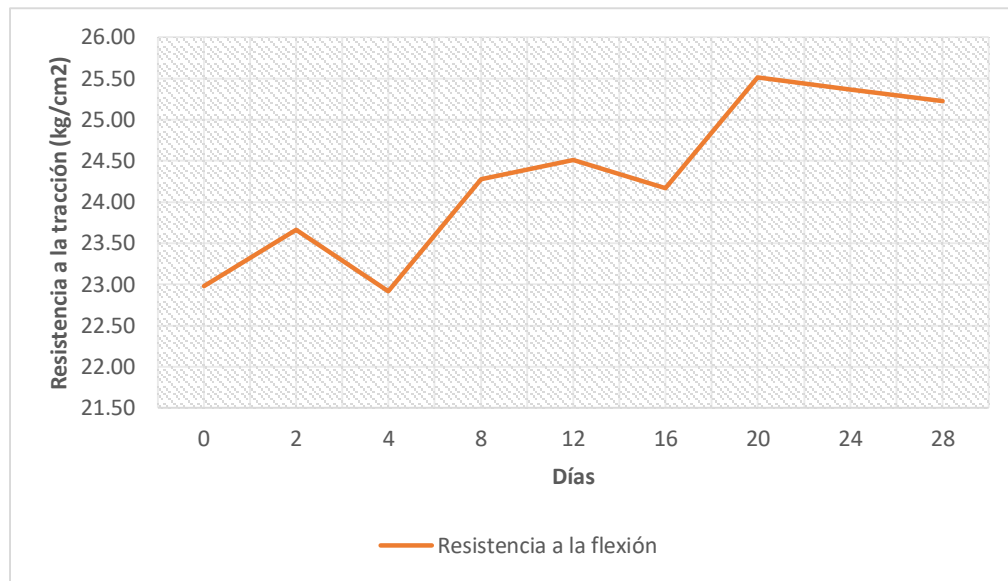
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 47***Resultado a flexión empleando 5% de fibra de caucho reciclado al día 28*

| IDENTIFICACIÓN | EDAD | ALTURA | ANCHO | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE | MODULO DE ROTURA |
|----------------|------|--------|-------|--------------------|-----------|------------------|
| 5% DE CAUCHO   | 28   | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 41.00            |
| 5% DE CAUCHO   | 28   | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 41.00            |
| 5% DE CAUCHO   | 28   | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 41.00            |
| PROMEDIO       |      | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 41.00            |

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 33:** Variación de la resistencia a flexión del concreto con 5% de caucho



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.5.3 Concreto con 10% de caucho

En esta parte se analiza el resultado con el 10% de caucho reciclado en tiempos de 7, 14 y 28 días.

**Tabla 48**

*Resultado a flexión empleando 10% de fibra de caucho reciclado al día 7*

| IDENTIFICACIÓN | EDAD | ALTURA | ANCHO | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE | MODULO DE ROTURA |
|----------------|------|--------|-------|--------------------|-----------|------------------|
| 10% DE CAUCHO  | 7    | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 36.00            |
| 10% DE CAUCHO  | 7    | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 35.00            |
| 10% DE CAUCHO  | 7    | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 36.00            |
| PROMEDIO       |      | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 35.67            |

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 49***Resultado a flexión empleando 10% de fibra de caucho reciclado al día 14*

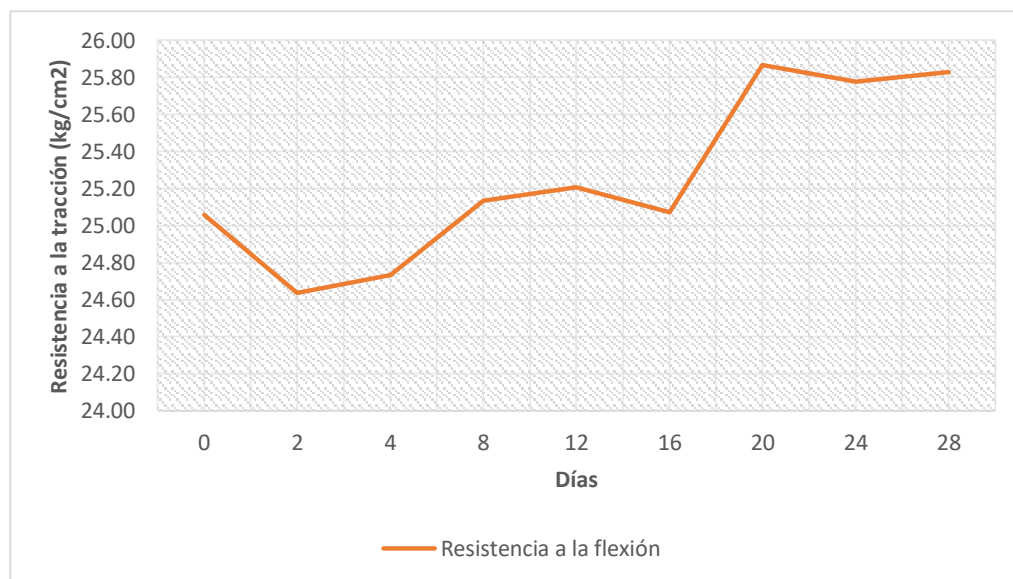
| IDENTIFICACIÓN | EDAD | ALTURA | ANCHO | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE | MODULO DE ROTURA |
|----------------|------|--------|-------|--------------------|-----------|------------------|
| 10% DE CAUCHO  | 14   | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 37.00            |
| 10% DE CAUCHO  | 14   | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 37.00            |
| 10% DE CAUCHO  | 14   | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 37.00            |
| PROMEDIO       |      | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 37.00            |

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 50***Resultado a flexión empleando 10% de fibra de caucho reciclado al día 28*

| IDENTIFICACIÓN | EDAD | ALTURA | ANCHO | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE | MODULO DE ROTURA |
|----------------|------|--------|-------|--------------------|-----------|------------------|
| 10% DE CAUCHO  | 28   | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 40.00            |
| 10% DE CAUCHO  | 28   | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 40.00            |
| 10% DE CAUCHO  | 28   | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 40.00            |
| PROMEDIO       |      | 15.00  | 15.00 | 2.00               | 45.00     | 40.00            |

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 34:** Variación de la resistencia a flexión del concreto con 10% de caucho

Fuente: Elaboración Propia

## Tablas de resumen de ensayos

**Tabla 51**

*Tabla de resumen de resultados promediados a 7 días*

| 7 DIAS         |            |          |         |
|----------------|------------|----------|---------|
| IDENTIFICACIÓN | COMPRESIÓN | TRACCIÓN | FLEXIÓN |
| Patrón         | 197.10     | 21.77    | 34.33   |
| Con caucho 5%  | 181.49     | 23.19    | 36.67   |
| Con caucho 10% | 167.95     | 24.81    | 35.67   |

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 52**

*Tabla de resumen de resultados promediados a 14 días*

| 14 DIAS        |            |          |         |
|----------------|------------|----------|---------|
| IDENTIFICACIÓN | COMPRESIÓN | TRACCIÓN | FLEXIÓN |
| Patrón         | 233.16     | 23.37    | 35.67   |
| Con caucho 5%  | 233.16     | 24.32    | 39.00   |
| Con caucho 10% | 196.41     | 25.14    | 37.00   |

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 53**

*Tabla de resumen de resultados promediados a 28 días*

| 28 DIAS        |            |          |         |
|----------------|------------|----------|---------|
| IDENTIFICACIÓN | COMPRESIÓN | TRACCIÓN | FLEXIÓN |
| Patrón         | 259.41     | 24.66    | 39.00   |
| Con caucho 5%  | 234.34     | 25.37    | 41.00   |
| Con caucho 10% | 220.02     | 25.82    | 40.00   |

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4 Diseño Sismoresistente

Teniendo los resultados de estudio de suelo de Ate vitarte, nos indica que es de tipo S1 y S2. Sabiendo además que nos encontramos en la Zona 4 (PARI, TAVERA Y BERNAL).

##### 4.4.1 Parámetros sísmicos

|             |          |             |
|-------------|----------|-------------|
| <b>Z</b>    | <b>=</b> | <b>0.45</b> |
| <b>U</b>    | <b>=</b> | <b>1.00</b> |
| <b>S</b>    | <b>=</b> | <b>1.05</b> |
| ▪ <b>TP</b> | <b>=</b> | <b>0.60</b> |
| ▪ <b>TL</b> | <b>=</b> | <b>2.00</b> |
| <b>R0</b>   | <b>=</b> | <b>8.00</b> |
| ▪ <b>Ia</b> | <b>=</b> | <b>1.00</b> |
| ▪ <b>IP</b> | <b>=</b> | <b>1.00</b> |
| ▪ <b>R</b>  | <b>=</b> | <b>8.00</b> |

Donde:

|           |          |   |
|-----------|----------|---|
| <b>Z</b>  | <b>:</b> | <b>Factor de Zona</b>                                   |
| <b>U</b>  | <b>:</b> | <b>Categoría de Edificación</b>                         |
| <b>S</b>  | <b>:</b> | <b>Factor de Suelo</b>                                  |
| <b>TP</b> | <b>:</b> | <b>Periodo</b>  |
| <b>TL</b> | <b>:</b> | <b>Periodo</b>  |
| <b>R0</b> | <b>:</b> | <b>Coeficiente Básico de Reducción</b>                  |
| <b>Ia</b> | <b>:</b> | <b>Irregularidad en Altura</b>                          |
| <b>IP</b> | <b>:</b> | <b>Irregularidad en Planta</b>                          |
| <b>R</b>  | <b>:</b> | <b>Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas</b> |

#### 4.4.2 Análisis estático

**Figura 35:** Cortante basal y Cargas ficticias

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Entonces:

- $Coef_{CM} = 1 \cdot \frac{V}{P} = 0.148$
- $Coef_{CV} = 0.25 \cdot \frac{V}{P} =$

$$\frac{V}{P} = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} = 0.1477$$

**Estimación del Peso (P)**

El peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

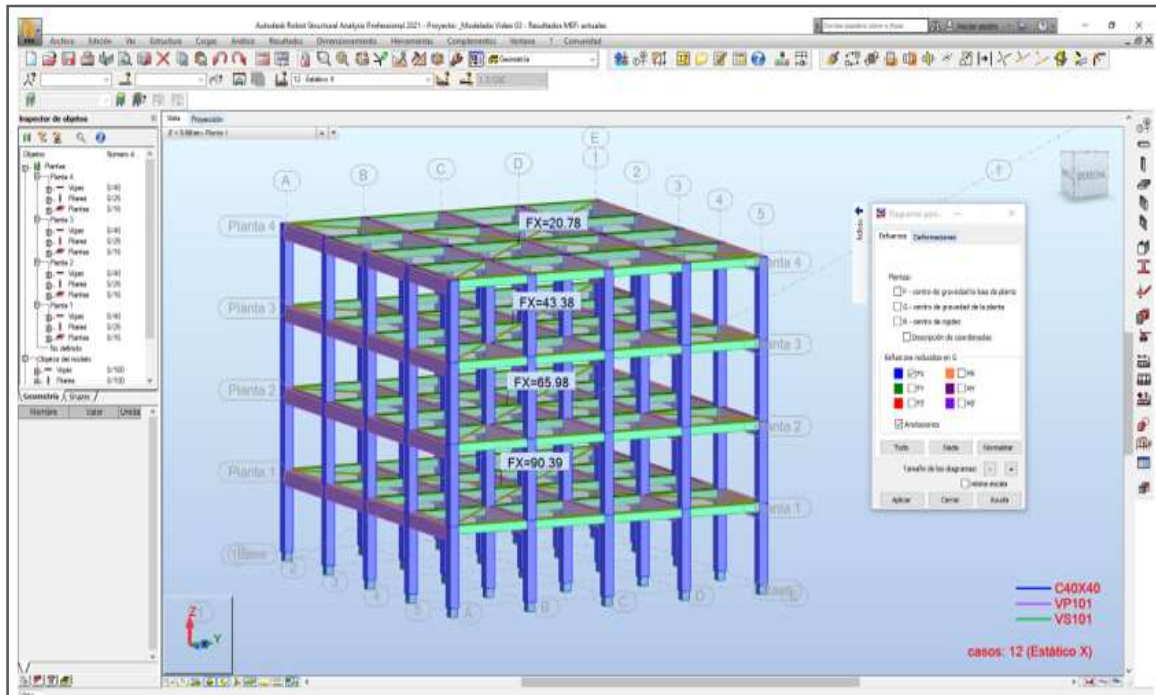
- En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.
- En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.
- En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
- En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.
- En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.

| N.º | Nombre         | Coeficiente | Dirección | Casos convertidos |
|-----|----------------|-------------|-----------|-------------------|
| 8   | Ficticia CM X+ | 0.1090      | X +       | 6                 |
| 9   | ficticia CM X- | 0.1090      | X -       | 6                 |
| 10  | ficticia CM Y+ | 0.1090      | Y +       | 6                 |
| 11  | ficticia CM Y- | 0.1090      | Y -       | 6                 |
| 13  | ficticia CV X+ | 0.0270      | X +       | 5                 |
| 14  | ficticia CV X- | 0.0270      | X -       | 5                 |
| 15  | ficticia CV Y+ | 0.0270      | Y +       | 5                 |
| 16  | ficticia CV Y- | 0.0270      | Y -       | 5                 |

| coeficiente | Nú... | Nombre del caso |
|-------------|-------|-----------------|
| 1.00        | 8     | Ficticia CM X+  |
| 1.00        | 13    | ficticia CV X+  |

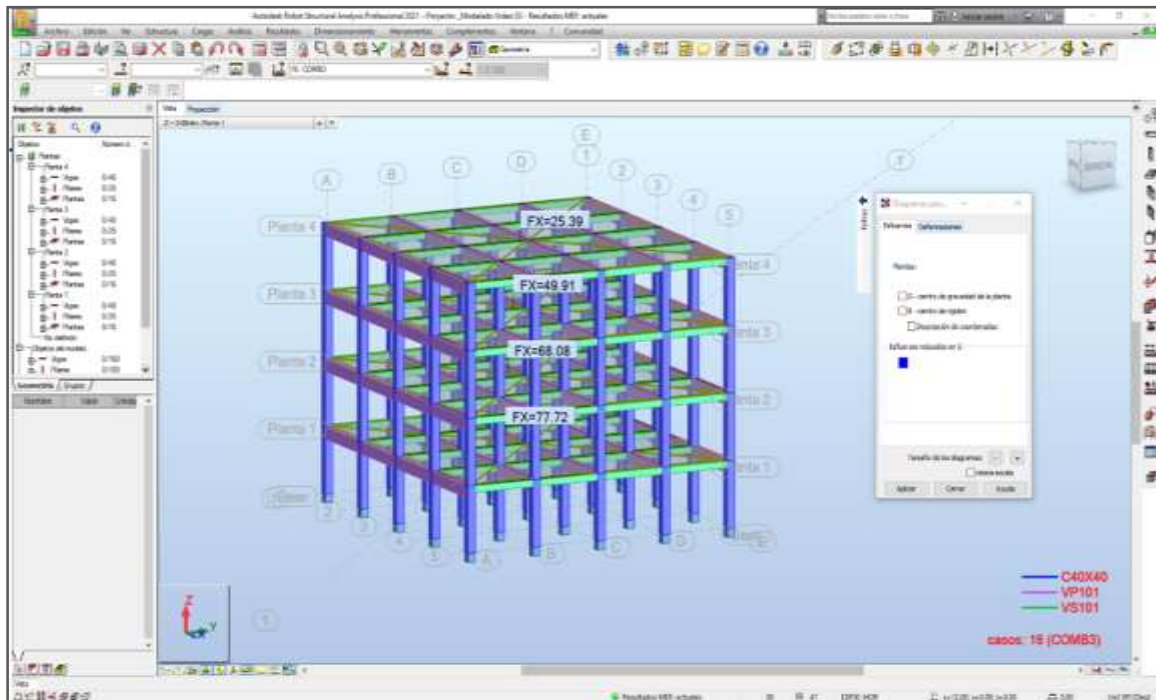
Fuente: Elaboración Propia

**Figura 36:** Análisis estático en X



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 37:** Análisis dinámico espectral en X



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 54***Resultados cortante basal X*

| EJE                      | NIVEL<br>DE PISO | ANALISIS |          | %<br>REQUERIDO |   | %<br>OBTENIDO | ESTADO |
|--------------------------|------------------|----------|----------|----------------|---|---------------|--------|
|                          |                  | ESTATICO | DINAMICO |                |   |               |        |
| X<br>(CORTANTE<br>BASAL) | 1                | 90.39    | 77.72    | 80%            | < | 85.98         | CUMPLE |
|                          | 2                | 65.98    | 68.08    | 80%            | < | 103.18        | CUMPLE |
|                          | 3                | 43.38    | 49.91    | 80%            | < | 115.05        | CUMPLE |
|                          | 4                | 20.78    | 25.39    | 80%            | < | 122.18        | CUMPLE |

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 55***Resultados cortante basal Y*

| EJE                      | NIVEL<br>DE PISO | ANALISIS |          | %<br>REQUERIDO |   | %<br>OBTENIDO | ESTADO |
|--------------------------|------------------|----------|----------|----------------|---|---------------|--------|
|                          |                  | ESTATICO | DINAMICO |                |   |               |        |
| Y<br>(CORTANTE<br>BASAL) | 1                | 34.02    | 41.41    | 80%            | < | 121.72        | CUMPLE |
|                          | 2                | 65.98    | 82.57    | 80%            | < | 121.36        | CUMPLE |
|                          | 3                | 102.05   | 117.44   | 80%            | < | 115.05        | CUMPLE |
|                          | 4                | 136.07   | 145.56   | 80%            | < | 106.97        | CUMPLE |

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.3 Verificando los desplazamientos

**Figura 38:** Límite de distorsión de entre piso

| Tabla N° 11<br>LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO       |                      |
|---|----------------------|
| Material Predominante   | ( $\Delta_i / l_n$ ) |
| Concreto Armado   | 0,007                |
| Acero   | 0,010                |
| Albañilería   | 0,005                |
| Madera  | 0,010                |
| Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada | 0,005                |

Fuente: RNE 0.30



|                 |        |   |        |               |
|-----------------|--------|---|--------|---------------|
| Regular         | 0.75   |   |        |               |
| Concreto Armado | 0.0007 | > | 0.0036 | <b>CUMPLE</b> |
| Regular         | 8.00   |   |        |               |

**Tabla 56**

*Tabla de masa participativa*

| Modo | Frecuencia<br>(Hz) | Período<br>(sec) | . UX (%) | . UY (%) | . UZ (%) |
|------|--------------------|------------------|----------|----------|----------|
| 1    | 3.065              | 0.326            | 28.639   | 52.299   | 0.000    |
| 2    | 3.114              | 0.321            | 84.541   | 83.712   | 0.002    |
| 3    | 3.645              | 0.274            | 87.402   | 87.298   | 0.002    |
| 4    | 8.880              | 0.113            | 90.129   | 92.623   | 0.003    |
| 5    | 9.015              | 0.111            | 95.719   | 95.640   | 0.038    |
| 6    | 10.580             | 0.095            | 95.982   | 95.972   | 0.038    |
| 7    | 13.848             | 0.072            | 96.747   | 97.066   | 0.041    |
| 8    | 14.057             | 0.071            | 97.914   | 97.892   | 0.181    |
| 9    | 15.989             | 0.063            | 97.919   | 97.898   | 73.010   |
| 10   | 16.417             | 0.061            | 97.977   | 97.975   | 73.051   |
| 11   | 17.135             | 0.058            | 98.134   | 98.186   | 73.095   |
| 12   | 17.404             | 0.057            | 98.350   | 98.347   | 73.772   |

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 57***Continuación de tabla de masa participativa*

| <b>Masas corr. UX (%)</b> | <b>Masas corr. UY (%)</b> | <b>Masas corr. UZ (%)</b> | <b>Total masas UX (t)</b> | <b>Total masas UY (t)</b> | <b>Total masas UZ (t)</b> |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 28.639                    | 52.299                    | 0.000                     | 651.260                   | 651.260                   | 1302.530                  |
| 55.902                    | 31.413                    | 0.002                     | 651.260                   | 651.260                   | 1302.530                  |
| 2.861                     | 3.586                     | 0.000                     | 651.260                   | 651.260                   | 1302.530                  |
| 2.726                     | 5.325                     | 0.002                     | 651.260                   | 651.260                   | 1302.530                  |
| 5.590                     | 3.017                     | 0.035                     | 651.260                   | 651.260                   | 1302.530                  |
| 0.264                     | 0.331                     | 0.000                     | 651.260                   | 651.260                   | 1302.530                  |
| 0.764                     | 1.094                     | 0.003                     | 651.260                   | 651.260                   | 1302.530                  |
| 1.168                     | 0.826                     | 0.140                     | 651.260                   | 651.260                   | 1302.530                  |
| 0.005                     | 0.006                     | 72.829                    | 651.260                   | 651.260                   | 1302.530                  |
| 0.058                     | 0.077                     | 0.041                     | 651.260                   | 651.260                   | 1302.530                  |
| 0.156                     | 0.211                     | 0.044                     | 651.260                   | 651.260                   | 1302.530                  |
| 0.217                     | 0.161                     | 0.677                     | 651.260                   | 651.260                   | 1302.530                  |

Fuente: Elaboración Propia

UX (%) 98.35 &gt; 90%

UY (%) 98.35 &gt; 90%

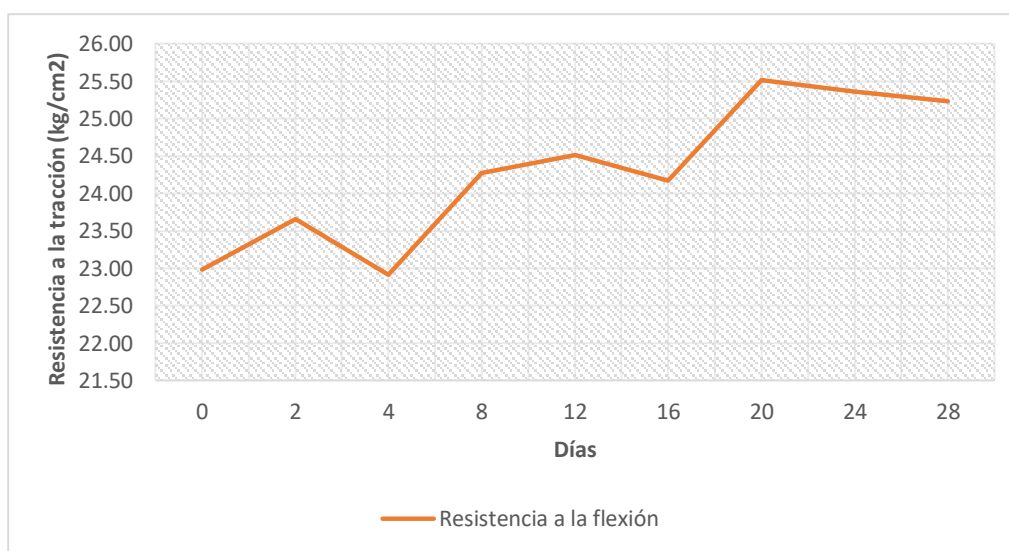
**CUMPLE**

## **V. DISCUSIÓN**

En la presente tesis se investigó si el Diseño Estructural Sismoresistente Empleando Fibras de Neumático Reciclado aporó a la Resistencia Estructural, mediante una serie de procesos los cuales contribuyeron al diseño estructural.

➤ La resistencia a la flexocompresión patrón al día 28 es de 39 kg/cm<sup>2</sup>, con concreto con 5% de caucho a flexión al día 7 un promedio en módulo de rotura de 36.67 kg/cm<sup>2</sup>, flexión al día 14 presenta un módulo de rotura de 39.00 kg/cm<sup>2</sup> y la flexión al día 28 presenta un módulo de rotura de 41.00 kg/cm<sup>2</sup>. Con Concreto con 10% de caucho a flexión al día 7 un promedio en módulo de rotura de 35.67 kg/cm<sup>2</sup>, flexión al día 14 presenta un módulo de rotura de 37.00 kg/cm<sup>2</sup> y la flexión al día 28 presenta un módulo de rotura de 40.00 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 39:** Variación de la resistencia a flexión del concreto con 5% de caucho



Fuente: Elaboración Propia

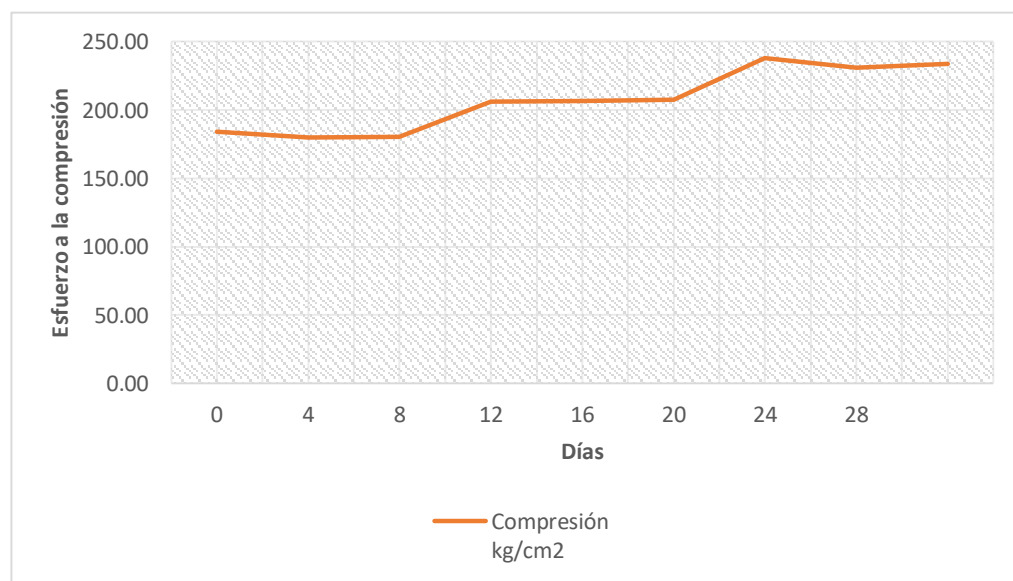
Quispe & Mayhuire (2019) señala que la proporción de fibra utilizada fue de 3%, 5%, 7% en relación a la gravedad específica del cemento, agregado fino y agregado grueso. El concreto patrón tuvo una resistencia promedio a compresión de 397.24 kg/cm<sup>2</sup>, la fibra de caucho incorporada en 3% al peso del agregado grueso tiene menor disminución llegando a la resistencia de 382.03 kg/cm<sup>2</sup> una variación de 3.83%, y la fibra incorporada en 5% al peso del agregado fino llegó a

una resistencia de 379.16 kg/cm<sup>2</sup> habiendo una variación de 4.55%. La resistencia promedio a flexión del concreto patrón tuvo 46.08 kg/cm<sup>2</sup>, la incorporación de la fibra en peso del cemento; al 3% se tuvo 45.89 kg/cm<sup>2</sup> siendo una variación de 0.41% y 5% se tuvo 45.13 kg/cm<sup>2</sup> siendo una variación de 2.06%. Se llegó a concluir que la resistencia a compresión desciende en mayor porcentaje con respecto a la resistencia a flexión, en ambos resultados hay disminución gradual con respecto al concreto patrón.

De acuerdo a nuestros resultados podemos señalar que la resistencia a flexión de nuestros ensayos tienden a ascender por lo que contrarrestamos los resultados de Quispe & Mayhuire (2019) con respecto a la resistencia a flexión.

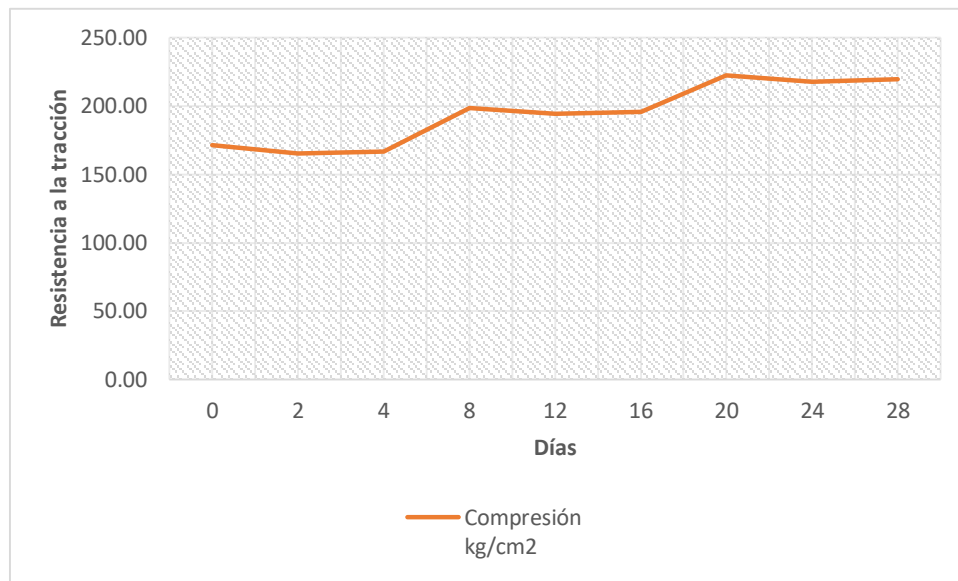
➤ La resistencia a la compresión nos brinda como resultado con concreto con 5% de caucho al día 7 un promedio 181.49 kg/cm<sup>2</sup>, compresión al día 14 presenta un promedio de 233.16 kg/cm<sup>2</sup> y compresión al día 28 presenta un promedio de 234.24 kg/cm<sup>2</sup>. Con Concreto con 10% de caucho al día 7 un promedio de 167.95kg/cm<sup>2</sup>, compresión al día 14 presenta un promedio de 196.41 kg/cm<sup>2</sup> y la compresión al día 28 presenta un promedio de 220.02 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 40:** Variación del esfuerzo a la compresión del concreto con 5% de caucho



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 41:** Variación del esfuerzo a la compresión del concreto con 10% de caucho



Fuente: Elaboración Propia

Soto & Marín (2019) realizaron un estudio sobre "Análisis del concreto con caucho como Aditivo para Aligerar Elementos Estructurales" de la Universidad Libre Seccional. El propósito de este estudio es realizar diferentes ensayos en muestras de concreto, agregando diferentes porcentajes (3%, 5%, 7% y 10%) de caucho triturado a las muestras de concreto para mejorar la resistencia y reducir el peso de la mezcla. La conclusión es que luego de ensayar las probetas de concreto, los valores obtenidos muestran que el caucho es un material compatible con el concreto, que puede equilibrar o aumentar la resistencia del concreto y reducir su peso sin agregar caucho. También se puede observar como el cilindro al 5% alcanza la resistencia de 23.1MPa, cabe destacar que la mezcla de caucho triturado no afecta la resistencia se menciona el valor de 5 % ya que fue el que mejor resultado dio en cuanto a la reducción de peso, y con respecto a la resistencia a la compresión no se vio disminución alguna en base al cilindro base (0%) todos superaron la resistencia esperada de 21 MPa.

De acuerdo a nuestros resultados podemos señalar que la resistencia a compresión de nuestros ensayos superaron la resistencia de diseño de 210 kg/cm2 por lo que concordamos con los resultados de Soto & Marín (2019) con respecto a que las

resistencia al concreto aumenta y no afecta a la resistencia patrón además que comprobamos que es un material compatible al concreto.

De acuerdo a nuestros resultados podemos inferir que al agregar 5% y 10% de caucho a la mezcla de concreto, influye parcialmente a las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla; así también no recomendamos emplear porcentajes mayores al 10% de caucho reciclado.

Guzmán Y & Guzmán E (2015) investigaron sustitutos de fibra en el concreto. El propósito de este estudio es verificar las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla y agregar algunas fibras de neumáticos reciclados para elaborar concreto estructural en Chimbote. Su investigación es aplicada, y la gestión de variables basada en el diseño experimental es también cuantitativa y explicativa. Llegaron a la conclusión de que reemplazar los neumáticos en C5% -FCR-G y C5% -FCR- F influye las propiedades mecánicas y físicas de la mezcla de concreto, lo que se confirmó en el modelado estructural. También tiene un comportamiento elástico aceptable. Recomendamos que es factible usarlo en mezclas de concreto. También se señala que no se recomiendan C15% -FCR y C25% -FCR porque reducirán las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Los aportes de investigación permitieron la construcción y ajuste de la matriz de Operacionalización.

## **VI. CONCLUSIONES**



Los ensayos realizados para la investigación se obtuvieron en el laboratorio, evaluando la como un aporte a la resistencia estructural, y se concluye lo siguiente:

1. Concluimos que los resultados con el 5% y el 10% son óptimos tanto en comprensión como en tracción, ya que como vemos en nuestros resultados con estos porcentajes influyen favorablemente a la resistencia del concreto.
2. Como vemos en la tabla 40 el resultado a la flexión a los 28 días es óptimo con el 5% (41 kg/cm<sup>2</sup>) y con caucho de 10% (40 kg/cm<sup>2</sup>) y el patrón a 28 días es de 39 kg/cm<sup>2</sup> como vemos es un resultado muy favorable ya que está dentro de los parámetros.
3. De acuerdo a los resultados obtenidos en nuestra tabla de resumen Tabla 40, vemos que la resistencia a compresión a los 28 días con 5% y 10 % de caucho, hay una gran variedad ya que con el 5% de caucho empleado en el agregado fino nos da como resultado 234.34 kg/cm mientras que con el 10% con caucho nos da 220.02 kg/cm<sup>2</sup>, vemos que mientras mayor es la cantidad de caucho agregado, baja a la resistencia de compresión y es por eso que estos porcentajes empleados influyen favorablemente a la compresión de la estructura sismoresistente, ya que se encuentra dentro de la resistencia de diseño patrón.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda utilizar porcentajes menores al 10% de fibras de caucho reciclado ya que se observa que mientras más porcentaje de caucho se emplea menor es la resistencia a la compresión.
2. Buscamos fomentar la reutilización de desechos como los neumáticos, para mitigar el impacto ambiental producido por este agente no biodegradable contaminador, de esta manera estamos contribuyendo con la sociedad y dando a conocer nuevos tipos de concreto.
3. Se recomienda que todos los ensayos que se realizarán para la elaboración de concreto, cumplan con todas las normas peruanas para así garantizar un buen diseño estructural.
4. Se recomienda que a la hora de la elaboración de la mezcla se realice teniendo un orden y cantidades pesadas correctamente para tener una mezcla uniforme y evitar grumos o aire.

## **REFERENCIAS**

- PÉREZ, Juan y ARRIETA, Yeison. Estudio para caracterizar una mezcla de concreto con caucho reciclado en un 5% en peso comparado con una mezcla de concreto tradicional de 3500 Psi. Tesis (Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2017. 81pp. Recuperada de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15486/1/Tesis.pdf>
- GUZMÁN, Yheison y GUZMÁN, Esthefany. Sustitución de los Áridos por Fibras de caucho de Neumáticos reciclados en la elaboración de Concreto Estructural en Chimbote-2015. Tesis (Ingeniero Civil). Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa, 2015. 351 pp. Recuperada de <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2717/42984.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- CABANILLAS, Emma. Comportamiento Físico Mecánico del concreto Hidráulico adicionado con caucho reciclado. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017. 189pp. Recuperada de <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1029/TESIS%20%E2%80%99CCOMPORTAMIENTO%20F%C3%8DSICO%20MEC%C3%81NICO%20DEL%20CONCRETO%20HIDR%C3%81ULICO%20ADICIONADO%20CON%20CAUCHO%20RECICLADO%E2%80%99D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- QUISPE, Yaneth y MAYHUIRE, Huber. Incorporación de fibras de caucho neumático reciclado influyen en el comportamiento del concreto estructural en la ciudad de Abancay, 2018. Tesis (Ingeniero Civil). Abancay - Apurímac: Universidad Tecnológica de los Andes, 2019. 225pp. Recuperada de <https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/225/1/Incorporaci%C3%B3n%20de%20fibras%20de%20caucho%20neum%C3%A1tico%20reciclado%20influyen%20en%20el%20comportamiento%20del%20concreto%20estructural%20en%20la%20ciudad%20de%20Abancay%2c%202018..pdf>
- HERNANDEZ, Billy. Estudio Comparativo de la Resistencia a la Compresión en

mezclas de concreto Elaboradas con Materiales de Reciclaje: Plástico y Llantas. Tesis (Ingeniero Civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2011. 121 pp.

Recuperada de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3221\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3221_C.pdf)

- PEÑALOZA, Cristhian. Comportamiento Mecánico de una Mezcla para Concreto reciclado Usando Neumáticos triturados como Reemplazo del 10% y 30% del volumen del Agregado Fino para un concreto con fines de Uso Estructural. Tesis (Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2015. 71pp. Recuperada de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2501/1/COMPORTAMIENTO%20MEC%C3%81NICO%20DE%20UNA%20MEZCLA%20%20PARA%20CONCRETO%20RECICLADO%20USANDO%20NEUM%C3%81TICOS%20%20TRITURADOS%20COMO.pdf>
- SOTO, Mateo y MARÍN, Juan. Análisis del concreto con caucho como aditivo para aligerar elementos estructurales. Tesis (Ingeniero Civil). Pereira: Universidad Libre Seccional, 2019. 71pp. Recuperada de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17858/ANALISIS%20DEL%20CONCRETO%20CON%20CAUCHO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- QUIROZ, Luis y VIDAL, Lindaura. Evaluación del grado Vulnerabilidad Sísmica Estructural en Edificaciones conformadas por Sistemas Aporticados y de Albañilería Confinada en el Sector de la Esperanza Parte Baja- Trujillo 2014. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015. 291 pp. Recuperada de <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/1146>
- QUISPE, Elí y APAZA, Percy. Análisis y diseño estructural comparativo entre los sistemas de concreto armado y albañilería confinada para la construcción del edificio administrativo del distrito de Santa Lucía. Tesis (Ingeniero Civil). Juliaca: Universidad Peruana Unión, 2017. 173pp. Recuperada de

<https://1library.co/document/y4wopprq-analisis-estructural-comparativo-sistemas-albanileria-confinada-construccion-administrativo.html>

- Análisis del comportamiento dinámico del área urbana de Huaycan – Ate por Kelly Pary [et al]. Artículo de Congreso Peruano de Geología, 17 Lima, Perú 12-15. Sociedad Geológica del Perú [en línea], Octubre 2014. Recuperada de [https://catalogobiblioteca.ingemmet.gob.pe/cgi-bin/koha/opac-search.pl?q=ccl=an%3A%225852%22%20and%20su-geo%3ALIMA&sort\\_by=relevance\\_dsc&limit=au:Salas,%20Henry](https://catalogobiblioteca.ingemmet.gob.pe/cgi-bin/koha/opac-search.pl?q=ccl=an%3A%225852%22%20and%20su-geo%3ALIMA&sort_by=relevance_dsc&limit=au:Salas,%20Henry)
- Manual de Tecnología del concreto. Sección 4. Producción y Control. [en línea]. México: Comisión Federal de Electricidad, 1997. Recuperada de <http://www.bibvirtual.ucb.edu.bo:8000/opac/Record/93491/TOC>
- ABANTO, Flavio. Tecnología de Concreto - Teoría y Problemas [en línea]. 2ª.ed. Lima: San Marcos E.I.R.L., 2009. Recuperada de <https://es.scribd.com/doc/306087568/Tecnologia-Del-Concreto-Flavio-Abanto>
- PASQUEL, Enrique. Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú [en línea]. 2ª.ed. Lima, 1998. Recuperada de <https://issuu.com/jj1989/docs/145311372-topicos-de-tecnologia-de->
- Reglamento Nacional de Edificaciones (Perú). Norma E.020 Cargas. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. Lima, 2020. Recuperada de <https://drive.google.com/file/d/15atg-9w0OEXjR5C1m6lXUFihwYeUh1aN/view>
- Reglamento Nacional de Edificaciones (Perú). Norma E.030 Diseño Sismoresistente. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. Lima, 2020. Recuperada de

<https://drive.google.com/file/d/1W14N6JldWPN8wUZSqWZnUphg6C559bi-/view>

- Reglamento Nacional de Edificaciones (Perú). Norma E.050 Suelos y Cimentaciones. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. Lima, 2020. Recuperada de <https://drive.google.com/file/d/1XdLUkwUqDXsulQgSbFsJ-J9BTt4u3Hp5/view>
- Reglamento Nacional de Edificaciones (Perú). Norma E.060 Concreto Armado. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. Lima, 2020. Recuperada de <https://drive.google.com/file/d/19EYUVMgwvm6rDs47GV374avco2yIU5Kz/view>
- NTP 339.88. (2006). Norma Técnica Peruana. Hormigón (Concreto). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos Recuperada de <https://doku.pub/documents/norma-tecnica-peruana-ntp-339088-concreto-pld43758r9ln>
- NTP 400.037 (2014). Norma Técnica Peruana. Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. Recuperada de [https://kupdf.net/download/ntp-4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-en-concretopdf\\_5a4233e7e2b6f52b4b9a7232\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-en-concretopdf_5a4233e7e2b6f52b4b9a7232_pdf)



# **ANEXOS**

**Matriz de operacionalización de variable Dependiente:** Diseño Estructural Sismoresistente

| VARIABLES   | DEFINICION CONCEPTUAL  | DEFINICION OPERACIONAL   | DIMENSIONES                       | INDICADOR                  | INSTRUMENTOS      | ESCALA DE MEDICION |
|---|--|--|-----------------------------------|----------------------------|-------------------|--------------------|
| <b>DEPENDIENTE:</b><br><br><b>DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE</b> | Es el área donde se realiza el desarrollo a la ingeniería civil, realizando a partir de un material potencial que este puede ofrecer además como sus características propias que lo hace único, el bajo costo y propiedades físicas y mecánicas, su objetivo es generar estabilidad a la edificación dependiendo de sus materiales y propiedades. (ECURED) | Para obtener un diseño estructural óptimo y seguro hay que tener en cuenta los parámetros de diseño y el diseño sismoresistente y nos apoyaremos en el reglamento nacional de edificaciones así también como el ACL. | Parámetros de diseño              | Z= Factor de Zona          | Norma E0.30       | Razón              |
|   |  |  |                                   | U= Uso                     | Norma E0.30       | Razón              |
|   |  |  |                                   | S= Factor de suelo         | Norma E0.30       | Razón              |
|   |  |  |                                   | C= Factos de amplificación | Norma E0.30       | Razón              |
|   |  |  |                                   | R= Reducción               | Norma E0.30       | Razón              |
|   |  |  | Diseño de elementos estructurales | Diseño de Cimentación.     | Robot Structural. | Razón              |
|   |  |  |                                   | Diseño de Losas            | Robot Structural. | Razón              |
|   |  |  |                                   | Diseño de Vigas.           | Robot Structural. | Razón              |
|   |  |  |                                   | Diseño de Columnas.        |                   | Razón              |
|   |  |  | Análisis estructural              | V= Fuerza Cortante         | Excel             | Razón              |
|   |  |  |                                   | M= Momento                 | Excel             | Razón              |
|   |  |  |                                   | A= Fuerza Axial            | Excel             | Razón              |

**Matriz de operacionalización de variable Independiente:** la Resistencia Estructural

| VARIABLES  | DEFINICION<br>CONCEPTUAL  | DEFINICION<br>OPERACIONAL  | DIMENSIONES                      | INDICADOR                     | INSTRUMENTOS          | ESCALA DE<br>MEDICION |
|--|---|--|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>INDEPENDIENTE:</b><br><br><b>LA RESISTENCIA ESTRUCTURAL</b> | Es la capacidad que todo elemento estructural tiene, ya que soportaran esfuerzos a los que se encontraran sometidos sin romper. Dependiendo de sus factores entre los que se destacan al material empleado, la geometría y el tipo de unión entre elementos (XUNTA DE GALICIA,2015) | Nos brindara seguridad ante cualquier tipo de circunstancia, gracias a sus elementos estructurales teniendo en cuenta sus dimensiones y agentes externos al que estará expuesto. | Resistencia a la flexocompresión | Ensayo de rotura de probetas. | Moldes y maquinarias. | Razón                 |
|  |   |  | Resistencia a la compresión      | Ensayo de rotura de probetas. | Moldes y maquinarias. | Razón                 |
|  |   |  | Resistencia a la tracción        | Ensayo de rotura de probetas. | Moldes y maquinarias. | Razón                 |

## CAUCHO RECICLADO

### Depósito de caucho reciclado



### Obtención de Fibras de Caucho Reciclado



## ENSAYOS EN LABORATORIO

### Peso Unitario Suelto y Compactado de Agregado Fino



### Peso Unitario Suelto y Compactado de Agregado Grueso





## Peso Unitario Suelto y Compactado de Fibras de Caucho Reciclado



## Contenido de humedad



### Granulometría del Agregado Fino por tamizado



### Granulometría del Agregado grueso por tamizado



### Secado de muestras de agregado fino y grueso



### Peso Específico del Suelo





### Peso Específico del caucho



### Probetas Patrón



### Probetas empleando 5% de Caucho reciclado



**Probetas empleando el 10% de  
Caucho reciclado**



**Vigas Patrón**



**Vigas empleando el 5% de  
Caucho reciclado**



**Vigas empleando el 10% de  
Caucho reciclado**





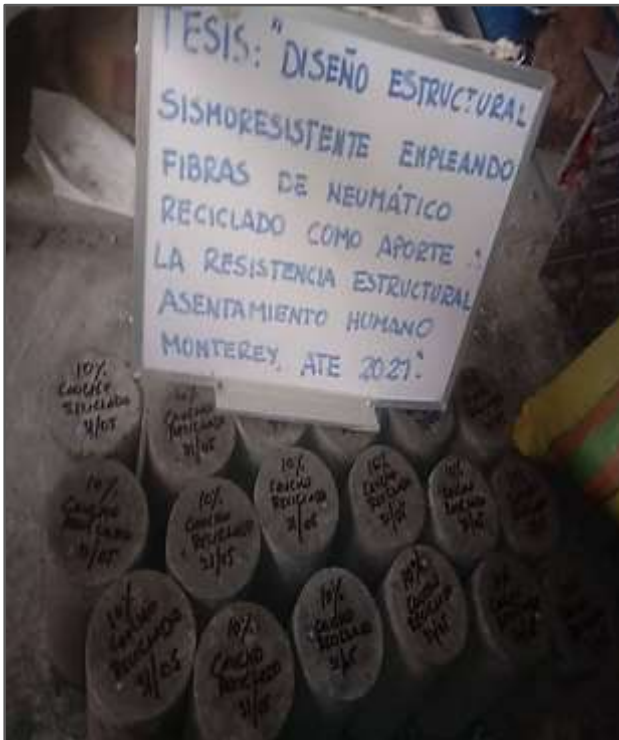
## Curado de probetas



## Probetas destinadas para la elaboración de ensayo de compresión y tracción



**Probetas destinadas para la elaboración de ensayo de compresión, tracción y flexión**



**Ensayo a Compresión de probeta patrón a los 7 días**



**Ensayo a Compresión empleando el 5% de caucho reciclado (7 días)**



**Ensayo a Compresión empleando el 10% de caucho reciclado (7 días)**



**Ensayo a Tracción de probeta patrón a los 7 días**



**Ensayo a Tracción empleando el 5% de caucho reciclado (7 días)**



**Ensayo a Tracción empleando el 10% de caucho reciclado (7 días)**





**Ensayo a Flexión de probeta patrón a los 7 días**



**Ensayo a Flexión empleando el 5% de caucho reciclado (7 días)**



**Ensayo a Flexión empleando el 10% de caucho reciclado (7 días)**



**Ensayo a Compresión de probeta patrón a los 14 días**



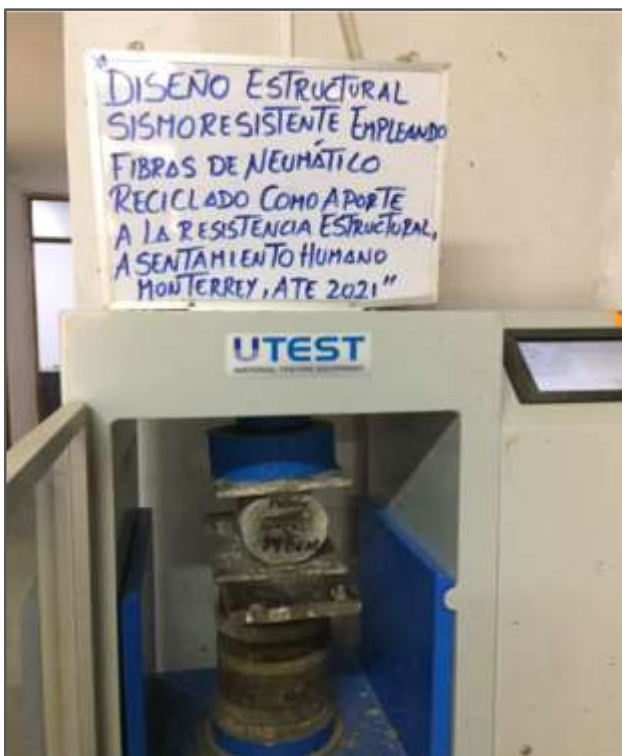
**Ensayo a Compresión empleando el 5% de caucho reciclado (14 días)**



**Ensayo a Compresión empleando el 10% de caucho reciclado (14 días)**



**Ensayo a Tracción de probeta patrón a los 14 días**



**Ensayo a Tracción empleando el 5% de caucho reciclado (14 días)**





Ensayo a Tracción empleando el 10% de caucho reciclado (14 días)



Ensayo a Flexión de probeta patrón a los 14 días



Ensayo a Flexión empleando el 5% de caucho reciclado (14 días)



Ensayo a Flexión empleando el 10% de caucho reciclado (14 días)





**Ensayo a Compresión de probeta patrón a los 28 días**



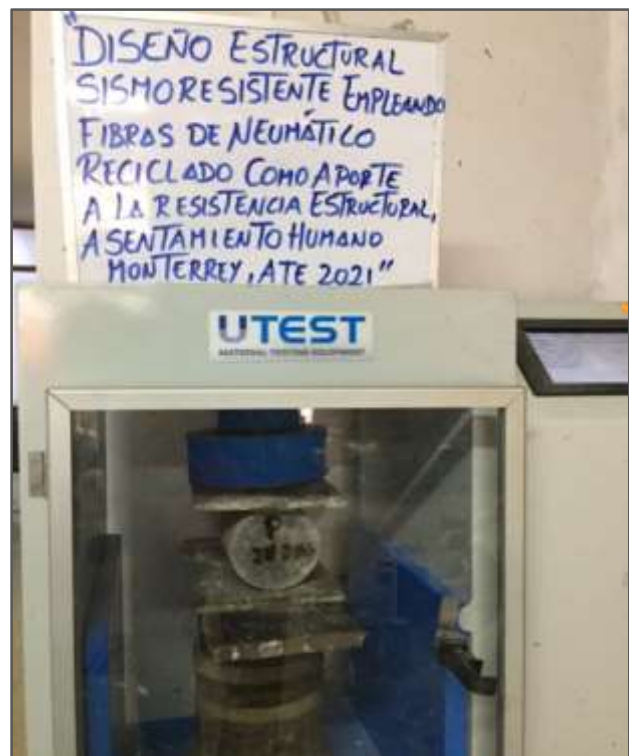
**Ensayo a Compresión empleando el 5% de caucho reciclado (28 días)**



**Ensayo a Compresión empleando el 10% de caucho reciclado (28 días)**



**Ensayo a Tracción de probeta patrón a los 28 días**



Ensayo a Tracción empleando el 5% de caucho reciclado (28 días)



Ensayo a Tracción empleando el 10% de caucho reciclado (28 días)



Ensayo a Flexión de probeta patrón a los 28 días



Ensayo a Flexión empleando el 5% de caucho reciclado (28 días)



Ensayo a Flexión empleando el 10% de  
caucho reciclado (28 días)



Probetas ensayadas






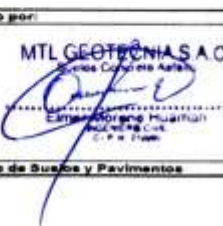
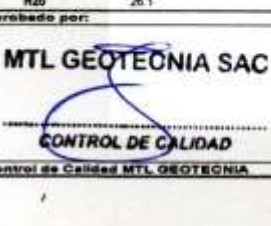
|                                     |   |          |                |
|-------------------------------------|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO<br/>DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b> | Código   | FOR-LAB-CO-001 |
|                                     |   | Revisión | 1              |
|                                     |   | Aprobado | CC-MTL         |
|                                     |   | Fecha    | 1/06/2020      |

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

|   |  |               |                   |  |                         |                         |        |
|---|--|---------------|-------------------|--|-------------------------|-------------------------|--------|
| <b>REFERENCIA</b>   | : Datos de laboratorio   |               |                   |  |                         |                         |        |
| <b>SOLICITANTE</b>  | : Kharen Giovana Candiotti Quispe / Luis David Nachuco Bances  |               |                   |  |                         |                         |        |
| <b>TESIS</b>  | : Diseño Estructural Sismoresistente empleando Fibras de Neumático Reciclado como Aporte a la Resistencia Estructural, |               |                   |  |                         |                         |        |
| <b>UBICACIÓN</b>  | : Asentamiento Humano Monterrey, Ate 2021  |               |                   |  |                         |                         |        |
|   | : Lima   |               |                   |  |                         |                         |        |
|   | Fecha de ensayo: 31/05/2021  |               |                   |  |                         |                         |        |
| <b>Fc 210 kg/cm²</b>  |  |               |                   |  |                         |                         |        |
| MATERIAL  | PESO ESPECÍFICO<br>g/cc  | MODULO FINEZA | HUM. NATURAL<br>% | ABSORCIÓN<br>%                           | P. UNITARIO S.<br>Kg/m³ | P. UNITARIO C.<br>Kg/m³ |        |
| CEMENTO SOL TIPO I  | 3.12   |               |                   |  |                         |                         |        |
| AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE  | 2.64   | 2.98          | 1.3               | 1.5                                      | 1535.0                  | 1755.0                  |        |
| AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE  | 2.85   | 6.83          | 0.1               | 1.0                                      | 1318.0                  | 1535.0                  |        |
| <b>MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE</b> |  |               |                   |  |                         |                         |        |
| <b>A) VALORES DE DISEÑO</b>   |  |               |                   |  |                         |                         |        |
| 1. ASENTAMIENTO   |  |               |                   | 4.10                                     | pulg                    |                         |        |
| 2. TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL  |  |               |                   | 3/4"                                     |                         |                         |        |
| 3. RELACIÓN AGUA CEMENTO  |  |               |                   | 0.587                                    |                         |                         |        |
| 4. AGUA   |  |               |                   | 235                                      |                         |                         |        |
| 5. TOTAL DE AIRE ATRAPADO %   |  |               |                   | 2.0                                      |                         |                         |        |
| 6. VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO   |  |               |                   | 0.33                                     |                         |                         |        |
| <b>B) ANÁLISIS DE DISEÑO</b>  |  |               |                   |  |                         |                         |        |
| <b>FACTOR CEMENTO</b>   |  |               |                   | 383.090                                  | Kg/m³                   | 8.0                     | Bla/m² |
| Volumen absoluto del cemento  |  |               |                   | 0.1228                                   | m³/m³                   |                         |        |
| Volumen absoluto del Agua   |  |               |                   | 0.2250                                   | m³/m³                   |                         |        |
| Volumen absoluto del Aire   |  |               |                   | 0.0200                                   | m³/m³                   |                         | 0.368  |
| <b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>                                     |  |               |                   |  |                         |                         |        |
| Volumen absoluto del Agregado fino  |  |               |                   | 0.3030                                   | m³/m³                   |                         |        |
| Volumen absoluto del Agregado grueso                                      |  |               |                   | 0.3290                                   | m³/m³                   |                         | 0.632  |
| <b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>                                   |  |               |                   |  |                         |                         | 1.009  |
| <b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO</b>                      |  |               |                   |  |                         |                         |        |
| CEMENTO   |  |               |                   | 383                                      | Kg/m³                   |                         |        |
| AGUA  |  |               |                   | 225                                      | L/m³                    |                         |        |
| AGREGADO FINO   |  |               |                   | 800                                      | Kg/m³                   |                         |        |
| AGREGADO GRUESO   |  |               |                   | 872                                      | Kg/m³                   |                         |        |
| <b>PESO DE MEZCLA</b>   |  |               |                   | 2280                                     | Kg/m³                   |                         |        |
| <b>D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>  |  |               |                   |  |                         |                         |        |
| AGREGADO FINO HÚMEDO  |  |               |                   | 810.3                                    | Kg/m³                   |                         |        |
| AGREGADO GRUESO HÚMEDO  |  |               |                   | 872.7                                    | Kg/m³                   |                         |        |
| <b>E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>                           |  |               |                   |  |                         |                         |        |
| AGREGADO FINO   |  |               |                   | 0.20                                     | L/m³                    | 1.6                     |        |
| AGREGADO GRUESO   |  |               |                   | 0.90                                     | L/m³                    | 7.8                     |        |
| <b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>   |  |               |                   |  |                         | 9.4                     |        |
|   |  |               |                   |  |                         | 234.4                   | L/m³   |
| <b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HÚMEDO</b>                    |  |               |                   |  |                         |                         |        |
| CEMENTO   |  |               |                   | 383                                      | Kg/m³                   |                         |        |
| AGUA  |  |               |                   | 234                                      | L/m³                    |                         |        |
| AGREGADO FINO   |  |               |                   | 810                                      | Kg/m³                   |                         |        |
| AGREGADO GRUESO   |  |               |                   | 873                                      | Kg/m³                   |                         |        |
| <b>PESO DE MEZCLA</b>   |  |               |                   | 2380                                     | Kg/m³                   |                         |        |
| <b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (44 l.)</b>                                  |  |               |                   |  |                         |                         |        |
| CEMENTO   |  |               |                   | 13.41                                    | Kg                      |                         |        |
| AGUA  |  |               |                   | 8.21                                     | L                       |                         |        |
| AGREGADO FINO   |  |               |                   | 28.36                                    | Kg                      |                         |        |
| AGREGADO GRUESO   |  |               |                   | 30.55                                    | Kg                      |                         |        |
| <b>PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>                                     |  |               |                   | <b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b> |                         |                         |        |
| C   | 1.0  |               |                   |  | C                       | 1.0                     |        |
| A.F   | 2.12   |               |                   |  | A.F                     | 2.07                    |        |
| A.G   | 2.28   |               |                   |  | A.G                     | 2.59                    |        |
| H2o   | 26.0   |               |                   |  | H2o                     | 26.0                    |        |
| <b>Elaborado por:</b>   |  |               |                   | <b>Revisado por:</b>                     |                         |                         |        |
|   |  |               |                   |  |                         |                         |        |
| <b>Jefe de Laboratorio</b>  |  |               |                   | <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>  |                         |                         |        |

|   |   |          |                |
|---|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE<br>ENSAYO DE<br>MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO<br/>DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b> | Código   | FOR-LAB-CO-001 |
|   |   | Revisión | 1              |
|   |   | Aprobado | CC-MTL         |
|   |   | Fecha    | 1/09/2020      |

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

|   |   |               |   |                |                                     |                                     |  |
|---|---|---------------|---|----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| <b>REFERENCIA</b>   | Detos de laboratorio  |               |   |                |                                     |                                     |  |
| <b>SOLICITANTE</b>  | Kharen Giovana Candiotti Quilpe / Luis David Nachuco Bances   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| <b>TESIS</b>  | Diseño Estructural Sísmorresistente empleando Fibras de Neumático Reciclado como Aporte a la Resistencia Estructural. |               |   |                |                                     |                                     |  |
| <b>UBICACIÓN</b>  | Asentamiento Humano Monterrey, Ate 2021   |               |   |                |                                     |                                     |  |
|   | Lima  |               |   |                |                                     |                                     |  |
|   | Fecha de ensayo: 31/05/2021   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| <b>f<sub>c</sub> 210 kg/cm<sup>2</sup></b>  |   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| MATERIAL  | PESO ESPECÍFICO<br>g/cc   | MODULO FINIZA | HUM. NATURAL<br>%   | ABSORCIÓN<br>% | P. UNITARIO S.<br>Kg/m <sup>3</sup> | P. UNITARIO C.<br>Kg/m <sup>3</sup> |  |
| CEMENTO SOL TIPO I  | 3.12  |               |   |                |                                     |                                     |  |
| AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE  | 2.64  | 2.96          | 1.3   | 1.5            | 1535.0                              | 1755.0                              |  |
| AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE  | 2.65  | 6.83          | 0.1   | 1.0            | 1318.0                              | 1535.0                              |  |
| CAUCHO 5%   | 1.02  | 3.48          | 0.1   | 5.2            |                                     |                                     |  |
| <b>MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE</b>           |   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| <b>A) VALORES DE DISEÑO</b>   |   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| 1. ASENTAMIENTO   | 4 pulg  |               |   |                |                                     |                                     |  |
| 2. TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL  | 3/4"  |               |   |                |                                     |                                     |  |
| 3. RELACIÓN AGUA CEMENTO  | 0.567   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| 4. AGUA   | 225   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| 5. TOTAL DE AIRE ATRAPADO %   | 2.0   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| 6. VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO   | 0.33  |               |   |                |                                     |                                     |  |
| <b>B) ANÁLISIS DE DISEÑO</b>  |   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| FACTOR CEMENTO  | 383.000 Kg/m <sup>3</sup>   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| Volumen absoluto del cemento  | 0.1228 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| Volumen absoluto del Agua   | 0.2250 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| Volumen absoluto del Aire   | 0.0200 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS  |   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| Volumen absoluto del Agregado fino  | 0.2882 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| Volumen absoluto del Agregado grueso  | 0.3290 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| Volumen absoluto del Caucho   | 0.0152 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS  | 1.000   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| <b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>                     |   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| CEMENTO   | 383 Kg/m <sup>3</sup>   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| AGUA  | 225 Lt/m <sup>3</sup>   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| AGREGADO FINO   | 761 Kg/m <sup>3</sup>   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| AGREGADO GRUESO   | 872 Kg/m <sup>3</sup>   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| CAUCHO (5% del volumen del agregado fino)   | 15.5 Kg/m <sup>3</sup>  |               |   |                |                                     |                                     |  |
| <b>PESO DE MEZCLA</b>   | 2241 Kg/m <sup>3</sup>  |               |   |                |                                     |                                     |  |
| <b>D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>  |   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| AGREGADO FINO HÚMEDO  | 770.7 Kg/m <sup>3</sup>   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| AGREGADO GRUESO HÚMEDO  | 872.7 Kg/m <sup>3</sup>   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| CAUCHO (5% del volumen del agregado fino)   | 15.5 Kg/m <sup>3</sup>  |               |   |                |                                     |                                     |  |
| <b>E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>                                     |   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| AGREGADO FINO   | 0.20 Lt/m <sup>3</sup>  |               |   |                |                                     |                                     |  |
| AGREGADO GRUESO   | 0.90 Lt/m <sup>3</sup>  |               |   |                |                                     |                                     |  |
| CAUCHO (5% del volumen del agregado fino)   | 0.8 Lt/m <sup>3</sup>   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| <b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>   | 236.2 Lt/m <sup>3</sup>   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| <b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HÚMEDO</b>                   |   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| CEMENTO   | 383 Kg/m <sup>3</sup>   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| AGUA  | 236 Lt/m <sup>3</sup>   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| AGREGADO FINO   | 771 Kg/m <sup>3</sup>   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| AGREGADO GRUESO   | 873 Kg/m <sup>3</sup>   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| CAUCHO (5% del volumen del agregado fino)   | 15.5 Kg/m <sup>3</sup>  |               |   |                |                                     |                                     |  |
| <b>PESO DE MEZCLA</b>   | 2282 Kg/m <sup>3</sup>  |               |   |                |                                     |                                     |  |
| <b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (44 lt.)</b>   |   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| CEMENTO   | 13.41 Kg  |               |   |                |                                     |                                     |  |
| AGUA  | 8.23 Lt   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| AGREGADO FINO   | 26.88 Kg  |               |   |                |                                     |                                     |  |
| AGREGADO GRUESO   | 30.55 Kg  |               |   |                |                                     |                                     |  |
| CAUCHO (5% del volumen del agregado fino)   | 541.5 g   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| <b>PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>   |   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| C   | 1.0   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| A/F   | 2.01  |               |   |                |                                     |                                     |  |
| A/G   | 2.28  |               |   |                |                                     |                                     |  |
| H2o   | 26.1  |               |   |                |                                     |                                     |  |
| <b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>  |   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| C   | 1.0   |               |   |                |                                     |                                     |  |
| A/F   | 1.97  |               |   |                |                                     |                                     |  |
| A/G   | 2.58  |               |   |                |                                     |                                     |  |
| H2o   | 26.1  |               |   |                |                                     |                                     |  |
| Elaborado por:  | Revisado por:   |               | Aprobado por:   |                |                                     |                                     |  |
|  |                                    |               |  |                |                                     |                                     |  |
| Jefe de Laboratorio   | Ingeniero de Sucesos y Pavimentos   |               | Control de Calidad MTL GEOTECNIA  |                |                                     |                                     |  |

|                                     |   |          |                |
|-------------------------------------|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO<br/>DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b> | Código   | FOR-LAB-CO-001 |
|                                     |   | Revisión | 1              |
|                                     |   | Aprobado | CC-MTL         |
|                                     |   | Fecha    | 1/06/2020      |

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

|             |   |
|-------------|---|
| REFERENCIA  | Datos de laboratorio  |
| SOLICITANTE | Karen Giovana Candiotti Quispe / Luis David Nachuco Bances  |
| TESIS       | Diseño Estructural Sísmorresistente empleando Fibras de Neumático Reciclado como Aporte a la Resistencia Estructural, |
| UBICACIÓN   | Asentamiento Humano Monterrey, Ate 2021   |
|             | Lima  |

Fecha de ensayo: 31/05/2021

| f'c 210 kg/cm²                     |                         |               |                   |                |                        |                        |
|------------------------------------|-------------------------|---------------|-------------------|----------------|------------------------|------------------------|
| MATERIAL                           | PESO ESPECÍFICO<br>g/cc | MODULO FINEZA | HUM. NATURAL<br>% | ABSORCIÓN<br>% | P. UNITARIO S<br>Kg/m³ | P. UNITARIO C<br>Kg/m³ |
| CEMENTO SOL TIPO I                 | 3.12                    |               |                   |                |                        |                        |
| AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE   | 2.64                    | 2.96          | 1.3               | 1.5            | 1535.0                 | 1755.0                 |
| AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE | 2.65                    | 6.83          | 0.1               | 1.0            | 1318.0                 | 1535.0                 |
| CAUCHO 10%                         | 1.02                    | 3.48          | 0.1               | 5.2            |                        |                        |

**MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE**

|  |  |         |  |        |       |       |
|--|--|---------|--|--------|-------|-------|
| <b>A) VALORES DE DISEÑO</b>                            |  |         |  |        |       |       |
| 1  | ASENTAMIENTO                               |         |  | 4      | in    |       |
| 2  | TAMANO MAXIMO NOMINAL                      |         |  | 3/4"   |       |       |
| 3  | RELACION AGUA CEMENTO                      |         |  | 0.567  |       |       |
| 4  | AGUA                                       |         |  | 225    |       |       |
| 5  | TOTAL DE AIRE ATRAPADO %                   |         |  | 2.0    |       |       |
| 6  | VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO                 |         |  | 0.33   |       |       |
| <b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>                           |  |         |  |        |       |       |
| <b>FACTOR CEMENTO</b>                                  |  |         |  |        |       |       |
|  | Volumen absoluto del cemento               | 383.000 |  | Kg/m³  | 9.0   | Bien  |
|  | Volumen absoluto del Agua                  | 0.1228  |  | m³/m³  |       |       |
|  | Volumen absoluto del Aire                  | 0.2250  |  | m³/m³  |       |       |
|  | Volumen absoluto del Cauchó                | 0.0200  |  | m³/m³  |       |       |
|  | <b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>      |         |  |        |       | 0.368 |
|  | Volumen absoluto del Agregado fino         | 0.2730  |  | m³/m³  |       |       |
|  | Volumen absoluto del Agregado grueso       | 0.3290  |  | m³/m³  |       |       |
|  | Volumen absoluto del Cauchó                | 0.0303  |  | m³/m³  |       |       |
|  | <b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>    |         |  |        |       | 1.000 |
| <b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO</b>   |  |         |  |        |       |       |
|  | CEMENTO                                    |         |  | 383    | Kg/m³ |       |
|  | AGUA                                       |         |  | 225    | L/m³  |       |
|  | AGREGADO FINO                              |         |  | 721    | Kg/m³ |       |
|  | AGREGADO GRUESO                            |         |  | 872    | Kg/m³ |       |
|  | CAUCHO (10% del volumen del agregado fino) |         |  | 30.9   | Kg/m³ |       |
| <b>D) PESO DE MEZCLA</b>                               |  |         |  |        |       |       |
|  | <b>CORRECCION POR HUMEDAD</b>              |         |  | 2201   | Kg/m³ |       |
|  | AGREGADO FINO HUMEDO                       |         |  | 730.2  | Kg/m³ |       |
|  | AGREGADO GRUESO HUMEDO                     |         |  | 872.7  | Kg/m³ |       |
|  | CAUCHO (10% del volumen del agregado fino) |         |  | 31.0   | Kg/m³ |       |
| <b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>        |  |         |  |        |       |       |
|  | AGREGADO FINO                              |         |  | 0.20   | L/m³  |       |
|  | AGREGADO GRUESO                            |         |  | 0.90   | L/m³  |       |
|  | CAUCHO (10% del volumen del agregado fino) |         |  | 5.10   | L/m³  |       |
|  | <b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>            |         |  | 236.9  | L/m³  |       |
| <b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO</b> |  |         |  |        |       |       |
|  | CEMENTO                                    |         |  | 383    | Kg/m³ |       |
|  | AGUA                                       |         |  | 236    | L/m³  |       |
|  | AGREGADO FINO                              |         |  | 730    | Kg/m³ |       |
|  | AGREGADO GRUESO                            |         |  | 873    | Kg/m³ |       |
|  | CAUCHO (10% del volumen del agregado fino) |         |  | 30.9   | Kg/m³ |       |
| <b>G) PESO DE MEZCLA</b>                               |  |         |  |        |       |       |
|  | <b>CANTIDAD DE MATERIALES (44 kg)</b>      |         |  | 2222   | Kg/m³ |       |
|  | CEMENTO                                    |         |  | 13.41  | Kg    |       |
|  | AGUA                                       |         |  | 8.26   | L/m³  |       |
|  | AGREGADO FINO                              |         |  | 25.96  | Kg    |       |
|  | AGREGADO GRUESO                            |         |  | 30.55  | Kg    |       |
|  | CAUCHO (10% del volumen del agregado fino) |         |  | 1083.0 | g     |       |
| <b>PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>                  |  |         |  |        |       |       |
|  | C  | 1.0     |  |        |       |       |
|  | A/G  | 1.91    |  |        |       |       |
|  | A/G  | 2.28    |  |        |       |       |
|  | H2o  | 26.2    |  |        |       |       |
| <b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>               |  |         |  |        |       |       |
|  | C  | 1.0     |  |        |       |       |
|  | A/G  | 1.95    |  |        |       |       |
|  | A/G  | 2.59    |  |        |       |       |
|  | H2o  | 26.2    |  |        |       |       |

|   |   |   |
|---|---|---|
| Elaborado por:  | Revisado por:   | Aprobado por:   |
|  |  |  |
| Jefe de Laboratorio de Materiales   | Ingeniero de Suelos y Pavimentos  | Control de Calidad MTL GEOTECNIA  |

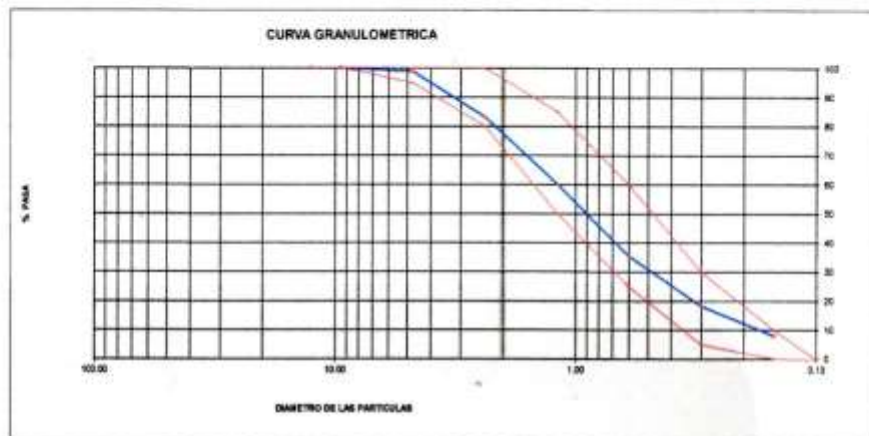


|                                     |  |   |
|-------------------------------------|--|---|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b><br><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO</b> | Código: FOR-LTC-AG-001<br>Revisión: 1<br>Aprobado: CC-MTL |
|-------------------------------------|--|---|

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C136

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>REFERENCIA</b>              | : Datos de laboratorio  |
| <b>SOLICITANTE</b>             | : Kharen Giovana Candito Gutierrez / Luis David Nachuco Sanchez   |
| <b>TESIS</b>                   | : Diseño Estructural: Sismoresistente empleando Fibras de Neumático Raciado como Aporte a la Resistencia Estructural.<br>Asentamiento Humano Mochimay, Ate 2021 |
| <b>UBICACIÓN</b>               | : Lima  |
| <b>MATERIAL</b>                | : Agregado fino   |
| <b>PESO INICIAL HUMEDO (g)</b> | 771.5   |
| <b>PESO INICIAL SECO (g)</b>   | 751.5   |
| <b>CANTERA</b>                 | : TRAPICHE  |
|                                | % W = 1.3<br>MF = 2.96  |
| <b>Fecha de ensayo:</b>        | 31/05/2021  |

| MALLAS | ABERTURA<br>(mm) | MATERIAL RETENIDO |      | % ACUMULADOS |        | ESPECIFICACIONES<br>ASTM C 33 |
|--------|------------------|-------------------|------|--------------|--------|-------------------------------|
|        |                  | (g)               | (%)  | Retenido     | Pasa   |                               |
| 10"    | 12.50            | 0.00              | 0.00 | 0.00         | 100.00 |                               |
| 3/8"   | 9.50             | 0.00              | 0.00 | 0.00         | 100.00 | 100                           |
| Nº4    | 4.75             | 7.9               | 1.0  | 1.0          | 99.0   | 88 - 100                      |
| Nº5    | 2.36             | 120.1             | 15.8 | 16.8         | 83.2   | 88 - 100                      |
| Nº 10  | 1.18             | 175.8             | 23.1 | 39.9         | 60.1   | 55 - 85                       |
| Nº 20  | 0.85             | 186.9             | 24.5 | 64.4         | 35.6   | 25 - 60                       |
| Nº 40  | 0.425            | 131.5             | 17.3 | 81.7         | 18.3   | 55 - 35                       |
| Nº 100 | 0.15             | 78.8              | 10.3 | 92.0         | 8.0    | 5 - 15                        |
| FONDO  |                  | 51.5              | 6.8  | 100.0        | 0.0    | 5 - 5                         |



**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

|                     |                                   |                                  |
|---------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Elaborado por:      | Revisado por:                     | Aprobado por:                    |
|                     |                                   |                                  |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Sucesos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |

|  |  |          |                |
|--|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO<br>DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b><br><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO</b><br><b>GRUESO</b> | Código   | FOR-LTC-AG-002 |
|  |  | Revisión | 1              |
|  |  | Aprobado | CC-MTL         |

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C136

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>REFERENCIA</b>              | Datos de laboratorio   |
| <b>SOLICITANTE</b>             | Kharys Giovana Cardelli Quispe / Luis David Nachocho Bances  |
| <b>TEMA</b>                    | Diseño Estructural Sismorresistente empleando Fibras de Neumático Reciclado como Aporte a la Resistencia Estructural,<br>Asentamiento Humano Monterrey, Ate 2021 |
| <b>UBICACIÓN</b>               | Lima   |
| <b>MATERIAL</b>                | AGREGADO GRUESO  |
| <b>PESO INICIAL HUMEDO (g)</b> | 1,852.00   |
| <b>PESO INICIAL SECO (g)</b>   | 1,830.00   |
|                                | CANTERA: TRAPICHE  |
|                                | % W = 0.1  |
|                                | MF = 6.83  |
|                                | Fecha de ensayo: 31/05/2021  |

| MALLAS | ABERTURA<br>(mm) | MATERIAL RETENIDO |      | % ACUMULADO |       | ESPECIFICACIONES<br>USO # 67 |
|--------|------------------|-------------------|------|-------------|-------|------------------------------|
|        |                  | (g)               | (%)  | Retenido    | Pasa  |                              |
| 2"     | 50.00            | 0.0               | 0.0  | 0.0         | 100.0 |                              |
| 1.125" | 29.50            | 0.0               | 0.0  | 0.0         | 100.0 |                              |
| 1"     | 25.00            | 0.0               | 0.0  | 0.0         | 100.0 |                              |
| 3/4"   | 19.00            | 85.0              | 4.6  | 4.6         | 95.4  | 80 - 100                     |
| 1/2"   | 12.50            | 895.0             | 48.9 | 53.5        | 46.5  |                              |
| 3/8"   | 9.50             | 455.0             | 25.0 | 78.5        | 21.5  | 20 - 80                      |
| Nº 4   | 4.75             | 290.0             | 15.8 | 94.2        | 5.8   | 0 - 10                       |
| Nº 8   | 2.36             | 1.0               | 0.1  | 100.0       | 0.0   | 0 - 5                        |
| Nº 16  | 1.18             | 0.0               | 0.0  | 100.0       | 0.0   |                              |
| FONDO  |                  | 0.0               | 0.0  |             |       |                              |



**OBSERVACIONES:**  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

|                     |                                  |                                  |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Elaborado por:      | Revisado por:                    | Aprobado por:                    |
|                     |                                  |                                  |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |

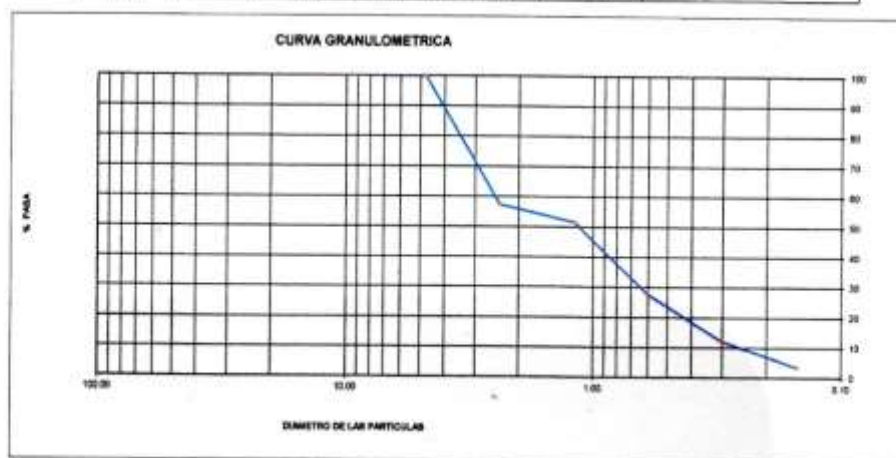


|  |  |          |                |
|--|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE<br>ENSAYO DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b><br><b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO</b> | Código   | FOR-LTC-AG-001 |
|  |  | Revisión | 1              |
|  |  | Aprobado | CC-MTL         |

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C136

|                         |   |                  |            |
|-------------------------|---|------------------|------------|
| REFERENCIA              | : Datos de laboratorio  |                  |            |
| SOLICITANTE             | : Karen Giovane Candotti Gulspe / Luis David Nachuco Bances   |                  |            |
| TESIS                   | : Diseño Estructural Sísmorresistente empleando Fibras de Neumático Reciclado como Aporte a la Resistencia Estructural, Asentamiento Humano Monterrey, Ate 2021 |                  |            |
| UBICACIÓN               | : Lima  |                  |            |
| MATERIAL                | : Caucho  | CANTERA          | : —        |
| PESO INICIAL HUMEDO (g) | 418.8   | % W =            | 0.1        |
| PESO INICIAL SECO (g)   | 418.4   | MF =             | 3.48       |
|                         |   | Fecha de ensayo: | 31/05/2021 |

| MALLAS | ABERTURA | MATERIAL RETENIDO |      | % ACUMULADOS |        | ESPECIFICACIONES |
|--------|----------|-------------------|------|--------------|--------|------------------|
|        | (mm)     | (g)               | (%)  | Retenido     | Pasa   |                  |
| 1/2"   | 12.50    | 0.00              | 0.00 | 0.00         | 100.00 |                  |
| 3/8"   | 9.50     | 0.00              | 0.00 | 0.00         | 100.00 |                  |
| Nº4    | 4.75     | 0.0               | 0.0  | 0.0          | 100.0  |                  |
| Nº6    | 2.50     | 177.6             | 42.6 | 42.6         | 57.4   |                  |
| Nº10   | 1.19     | 24.6              | 5.9  | 48.5         | 51.5   |                  |
| Nº20   | 0.85     | 99.1              | 23.8 | 72.3         | 27.7   |                  |
| Nº40   | 0.425    | 85.3              | 15.7 | 88.0         | 12.0   |                  |
| Nº100  | 0.15     | 34.9              | 8.4  | 96.4         | 3.6    |                  |
| FONDO  |          | 15.0              | 3.6  | 100.0        | 0.0    |                  |



**OBSERVACIONES:**  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

|                     |                                  |                                  |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Elaborado por:      | Revisado por:                    | Aprobado por:                    |
|                     |                                  |                                  |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |

|                                     |   |                                |                               |
|-------------------------------------|---|--------------------------------|-------------------------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO (F, G o GIB)</b> | Código<br>Revisión<br>Aprobado | FOR-LTC-AG-018<br>1<br>CC-MTL |
|-------------------------------------|---|--------------------------------|-------------------------------|

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C29

|                  |  |
|------------------|--|
| REFERENCIA       | Datos de laboratorio   |
| SOLICITANTE      | Karen Giovana Cardotti Quipe / Luis David Nachuco Bances   |
| TESIS            | Diseño Estructural Simonsistente empleando Fibras de Neumático Reciclado como Aporte a la Resistencia Estructural, Asentamiento Humero Monterrey, Ate 2021 |
| UBICACIÓN        | Lima   |
| Fecha de ensayo: | 31/05/2021   |

MATERIAL: AGREGADO GRUESO CANTERA: TRAPICHE

| MUESTRA N° |                                    | M - 1 | M - 2 | M - 3 |       |
|------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | Peso de la Muestra + Molde         | g     | 6012  | 5989  | 6005  |
| 2          | Peso del Molde                     | g     | 2363  | 2363  | 2363  |
| 3          | Peso de la Muestra (1 - 2)         | g     | 3649  | 3626  | 3642  |
| 4          | Volumen del Molde                  | cc    | 2760  | 2760  | 2760  |
| 5          | Peso Unitario Suelto de la Muestra | g/cc  | 1.322 | 1.314 | 1.320 |




|                               |      |       |
|-------------------------------|------|-------|
| PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO | g/cc | 1.318 |
|-------------------------------|------|-------|

| MUESTRA N° |  | M - 1 | M - 2 | M - 3 |       |
|------------|--|-------|-------|-------|-------|
| 1          | Peso de la Muestra + Molde             | g     | 6014  | 6066  | 6067  |
| 2          | Peso del Molde                         | g     | 2363  | 2363  | 2363  |
| 3          | Peso de la Muestra (1 - 2)             | g     | 4251  | 4203  | 4224  |
| 4          | Volumen del Molde                      | cc    | 2760  | 2760  | 2760  |
| 5          | Peso Unitario Compactado de la Muestra | g/cc  | 1.540 | 1.524 | 1.530 |

|                                   |      |       |
|-----------------------------------|------|-------|
| PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO | g/cc | 1.530 |
|-----------------------------------|------|-------|

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

|   |   |   |
|---|---|---|
| Elaborado por:  | Revisado por:   | Aprobado por:   |
|  |  |  |
| Jefe de Laboratorio   | Ingeniero de Soles y Pavimentos   | Control de Calidad MTL GEOTECNIA  |

|                                     |  |                                |                               |
|-------------------------------------|--|--------------------------------|-------------------------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO</b> | Código<br>Revisión<br>Aprobado | FOR-LAB-AG-015<br>1<br>CC-MTL |
|-------------------------------------|--|--------------------------------|-------------------------------|

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
ASTM C29

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| REFERENCIA                  | : Datos de laboratorio  |
| SOLICITANTE                 | : Karen Giovana Cendón Quipe / Luis David Nachuco Sances  |
| TESIS                       | : Diseño Estructural Sigmo-resistente empleando Fibras de Neumático Reciclado como Aporte a la Resistencia Estructural, Asentamiento Humano Monterrey, Ate 2021 |
| UBICACIÓN                   | : Lima  |
| Fecha de ensayo: 31/03/2021 |   |

MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA : TRAPICHE

| MUESTRA N° | M - 1 | M - 2 | M - 3 |
|------------|-------|-------|-------|
|------------|-------|-------|-------|

|   |                                    |      |       |       |       |
|---|------------------------------------|------|-------|-------|-------|
| 1 | Peso de la Muestra + Molde         | g    | 8596  | 8615  | 8587  |
| 2 | Peso del Molde                     | g    | 2363  | 2363  | 2363  |
| 3 | Peso de la Muestra (1 - 2)         | g    | 4233  | 4252  | 4224  |
| 4 | Volumen del Molde                  | cc   | 2760  | 2760  | 2760  |
| 5 | Peso Unitario Suelto de la Muestra | g/cc | 1.534 | 1.541 | 1.530 |

|                               |      |       |
|-------------------------------|------|-------|
| PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO | g/cc | 1.535 |
|-------------------------------|------|-------|

| MUESTRA N° | M - 1 | M - 2 | M - 3 |
|------------|-------|-------|-------|
|------------|-------|-------|-------|

|   |  |      |       |       |       |
|---|--|------|-------|-------|-------|
| 1 | Peso de la Muestra + Molde             | g    | 7196  | 7215  | 7211  |
| 2 | Peso del Molde                         | g    | 2363  | 2363  | 2363  |
| 3 | Peso de la Muestra (1 - 2)             | g    | 4833  | 4852  | 4848  |
| 4 | Volumen del Molde                      | cc   | 2760  | 2760  | 2760  |
| 5 | Peso Unitario Compactado de la Muestra | g/cc | 1.751 | 1.758 | 1.757 |

|                                   |      |       |
|-----------------------------------|------|-------|
| PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO | g/cc | 1.755 |
|-----------------------------------|------|-------|

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

|                     |                                  |                                  |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Elaborado por:      | Revisado por:                    | Aprobado por:                    |
|                     |                                  |                                  |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |

|  |  |          |                |
|--|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO<br>DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b><br><b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN</b> | Código   | FOR-LAB-AG-013 |
|  |  | Revisión | 1              |
|  |  | Aprobado | CC-MTL         |

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
ASTM C128

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| REFERENCIA                  | Datos de laboratorio   |
| SOLICITANTE                 | Kharen Giovana Candiotti Quispe / Luis David Nachucho Bances   |
| TESIS                       | Diseño Estructural Sismorresistente empleando Fibras de Neumático Reciclado como Aporte a la Resistencia Estructural,<br>Asentamiento Humano Monterrey, Ate 2021 |
| UBICACIÓN                   | Lima   |
| Fecha de ensayo: 31/05/2021 |  |

MATERIAL : CAUCHO

CANTERA : —

| MUESTRA N° |   | M - 1 | M - 2  | PROMEDIO |        |
|------------|---|-------|--------|----------|--------|
| 1          | Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua | g     | 679.2  | 680.25   | 679.7  |
| 2          | Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón                | g     | 325.92 | 324.22   | 325.1  |
| 3          | Peso del Agua (W = 1 - 2)                           | g     | 353.28 | 356.03   | 354.7  |
| 4          | Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balón     | g/cc  | 318.18 | 318.82   | 317.49 |
| 5          | Peso del Balón N° 2                                 | g/cc  | 170.8  | 171.1    | 170.95 |
| 6          | Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)          | g/cc  | 147.36 | 145.72   | 146.54 |
| 7          | Volumen del Balón (V = 500)                         | cc    | 499.0  | 499.3    | 499.7  |

RESULTADOS

|  |      |      |      |      |
|--|------|------|------|------|
| PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))          | g/cc | 1.02 | 1.02 | 1.02 |
| PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W)) | g/cc | 1.07 | 1.07 | 1.07 |
| PESO ESPECÍFICO APARENTE (P.E.A. = A/(V-W)-(500-A))    | g/cc | 1.08 | 1.07 | 1.07 |
| PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((500-A)/A*100)            | %    | 5.3  | 5.1  | 5.2  |

OBSERVACIONES:

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

|   |   |   |
|---|---|---|
| Elaborado por:  | Revisado por:   | Aprobado por:   |
|  |  |  |
| Jefe de Laboratorio   | Ingeniero de Suelos y Pavimentos  | Control de Calidad MTL GEOTECNIA  |



|                                     |   |                                |                               |
|-------------------------------------|---|--------------------------------|-------------------------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO<br/>GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS</b> | Código<br>Revisión<br>Aprobado | FOR-LAB-M5-009<br>1<br>CC-MTL |
|-------------------------------------|---|--------------------------------|-------------------------------|

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM C127

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| REFERENCIA                  | Datos de laboratorio   |
| SOLICITANTE                 | Kharen Giovana Cardetti Gulspe / Luis David Nachuco Bancos   |
| TESIS                       | Diseño Estructural Sismorresistente empleando Fibras de Neumático Reciclado como Aporte a la Resistencia Estructural.<br>Asentamiento Humano Monterrey, Abr 2021 |
| UBICACIÓN                   | Lima   |
| Fecha de ensayo: 31/05/2021 |  |

MATERIAL : AGREGADO GRUESO CANTERA : TRAPICHE

| MUESTRA Nº                                   | M - 1 | M - 2  | PROMEDIO |
|--|-------|--------|----------|
| 1. Peso de la Muestra Sumergida Canastilla A | g     | 1560.0 | 1572.0   |
| 2. Peso muestra Sel. Sup. Seca B             | g     | 2536.0 | 2526.0   |
| 3. Peso muestra Seco C                       | g     | 2611.0 | 2483.0   |
| 4. Peso específico Sel. Sup. Seca = B/B-A    | g/cc  | 2.68   | 2.66     |
| 5. Peso específico de masa = C/B-A           | g/cc  | 2.65   | 2.66     |
| 6. Peso específico aparente = C/C-A          | g/cc  | 2.73   | 2.73     |
| 7. Absorción de agua = (B - C/C)*100         | %     | 1.0    | 1.0      |

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

|   |   |   |
|---|---|---|
| Elaborado por:  | Revisado por:   | Aprobado por:   |
|  |  |  |
| Jefe de Laboratorio   | Ingeniero de Suelos y Pavimentos  | Control de Calidad MTL GEOTECNIA  |

|  |  |          |                |
|--|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO<br>DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b><br><b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN</b> | Código   | FOR-LAB-AG-013 |
|  |  | Revisión | 1              |
|  |  | Aprobado | CC-MTL         |

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
ASTM C128

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>REFERENCIA</b>           | Datos de laboratorio  |
| <b>SOLICITANTE</b>          | Kharer: Giovana Candotti Quijpe / Luis David Naeufucho Barrios  |
| <b>TESIS</b>                | Diseño Estructural Sismorresistente empleando Fibras de Neumático Reciclado como Aporte a la Resistencia Estructural, Asentamiento Humano Monterrey, Ato 2021 |
| <b>UBICACIÓN</b>            | Lima  |
| Fecha de ensayo: 31/05/2021 |   |

MATERIAL AGREGADO FINO CANTERA TRAPICHE

| MUESTRA N° |   | M - 1 | M - 2  | PROMEDIO |        |
|------------|---|-------|--------|----------|--------|
| 1          | Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua | g     | 981.98 | 981.5    | 981.7  |
| 2          | Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón                | g     | 871.26 | 888.8    | 875.5  |
| 3          | Peso del Agua (W = 1 - 2)                           | g     | 310.72 | 311.7    | 311.2  |
| 4          | Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balón     | g/cc  | 883.9  | 882.3    | 883.10 |
| 5          | Peso del Balón N° 2                                 | g/cc  | 171    | 189.8    | 170.40 |
| 6          | Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)          | g/cc  | 492.9  | 492.5    | 492.70 |
| 7          | Volumen del Balón (V = 500)                         | cc    | 497.2  | 498.2    | 497.7  |

**RESULTADOS**

|  |      |      |      |      |
|--|------|------|------|------|
| PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))          | g/cc | 2.84 | 2.84 | 2.84 |
| PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W)) | g/cc | 2.68 | 2.68 | 2.68 |
| PESO ESPECÍFICO APARENTE (P.E.A. = A/(V-W)-(500-A))    | g/cc | 2.75 | 2.75 | 2.75 |
| PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((500-A)/A*100)            | %    | 1.8  | 1.8  | 1.8  |

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

|   |   |   |
|---|---|---|
| Elaborado por:  | Revisado por:   | Aprobado por:   |
|  |  |  |
| Jefe de Laboratorio   | Ingeniero de Suelos y Pavimentos  | Control de Calidad MTL GEOTECNIA  |

|                                     |  |          |                |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO<br/>COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE<br/>CONCRETO</b> | Código   | FOR-LAB-CO-009 |
|                                     |  | Revisión | 1              |
|                                     |  | Aprobado | CC-MTL         |
|                                     |  | Fecha    | 1/06/2020      |

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>REFERENCIA</b>  | Datos de laboratorio  |
| <b>SOLICITANTE</b> | Kharen Giovana Candiotti Quispe / Luis David Nachuchio Bances   |
| <b>TESIS</b>       | Diseño Estructural Sismoresistente empleando Fibras de Neumático Reciclado como Aporte a la Resistencia Estructural,<br>Asentamiento Humano Monterrey, Ate 2021 |
| <b>UBICACIÓN</b>   | Lima - Perú   |

Fecha de emisión: 28/06/2021

| IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD EN DÍAS | FUERZA MÁXIMA kgf | ÁREA cm <sup>2</sup> | ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup> | F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup> | % F <sub>c</sub> |
|-----------------------------|------------------|-----------------|--------------|-------------------|----------------------|-----------------------------|--|------------------|
| PATRÓN                      | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7            | 15933.5           | 78.5                 | 197.4                       | 210.0                                    | 94.0             |
| PATRÓN                      | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7            | 15341.9           | 78.5                 | 195.3                       | 210.0                                    | 93.0             |
| PATRÓN                      | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7            | 15584.4           | 78.5                 | 198.5                       | 210.0                                    | 94.5             |
| PATRÓN                      | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14           | 18596.0           | 78.5                 | 236.8                       | 210.0                                    | 112.7            |
| PATRÓN                      | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14           | 18034.0           | 78.5                 | 229.5                       | 210.0                                    | 109.3            |
| PATRÓN                      | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14           | 18317.0           | 78.5                 | 233.2                       | 210.0                                    | 111.1            |
| PATRÓN                      | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28           | 20211.0           | 78.5                 | 257.3                       | 210.0                                    | 122.5            |
| PATRÓN                      | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28           | 20963.0           | 78.5                 | 267.8                       | 210.0                                    | 124.7            |
| PATRÓN                      | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28           | 20348.0           | 78.5                 | 259.1                       | 210.0                                    | 123.4            |

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb. división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referencial
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

|                       |                                  |                                  |
|-----------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>Elaborado por:</b> | <b>Revisado por:</b>             | <b>Aprobado por:</b>             |
|                       |                                  |                                  |
| Jefe de Laboratorio   | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |

|                                     |  |          |                |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO<br/>COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE<br/>CONCRETO</b> | Código   | FOR-LAB-CO-009 |
|                                     |  | Revisión | 1              |
|                                     |  | Aprobado | CC-MTL         |
|                                     |  | Fecha    | 1/06/2020      |

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 328.034-11

|                              |   |
|------------------------------|---|
| REFERENCIA                   | Datos de laboratorio  |
| SOLICITANTE                  | Kharen Giovana Córdova Quipe / Luis David Nachricho Bances  |
| TESIS                        | Diseño Estructural Sismorresistente empleando Fibras de Neumático Reciclado como Aporte a la Resistencia Estructural, Asentamiento Humano Monterrey, Ate 2021 |
| UBICACIÓN                    | Lima - Perú   |
| Fecha de emisión: 26/06/2021 |   |

| IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD EN DÍAS | FUERZA MÁXIMA kgf | ÁREA cm <sup>2</sup> | ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup> | F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup> | % F <sub>c</sub> |
|-----------------------------|------------------|-----------------|--------------|-------------------|----------------------|-----------------------------|--|------------------|
| 5% DE CAUCHO                | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7            | 14483.2           | 78.5                 | 184.2                       | 210.0                                    | 87.7             |
| 5% DE CAUCHO                | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7            | 14110.8           | 78.5                 | 179.8                       | 210.0                                    | 85.6             |
| 5% DE CAUCHO                | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7            | 14180.4           | 78.5                 | 180.6                       | 210.0                                    | 86.0             |
| 5% DE CAUCHO                | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14           | 16179.5           | 78.5                 | 206.0                       | 210.0                                    | 98.1             |
| 5% DE CAUCHO                | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14           | 16234.2           | 78.5                 | 206.7                       | 210.0                                    | 98.4             |
| 5% DE CAUCHO                | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14           | 16318.0           | 78.5                 | 207.8                       | 210.0                                    | 98.9             |
| 5% DE CAUCHO                | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28           | 16682.0           | 78.5                 | 212.6                       | 210.0                                    | 113.3            |
| 5% DE CAUCHO                | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28           | 16157.0           | 78.5                 | 207.2                       | 210.0                                    | 118.1            |
| 5% DE CAUCHO                | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28           | 16266.0           | 78.5                 | 207.2                       | 210.0                                    | 111.4            |

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material refrentante
- \* Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

|  |   |   |
|--|---|---|
| Elaborado por:   | Revisado por:   | Aprobado por:   |
| <br>Jefe de Laboratorio | <br>Ingeniero de Suelos y Pavimentos | <br>Control de Calidad MTL GEOTECNIA |



|                                     |  |          |                |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | <b>CERTIFICADO DE ENSAYO<br/>COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO</b> | Código   | FOR-LAB-CO-009 |
|                                     |  | Revisión | 1              |
|                                     |  | Aprobado | CC-MTL         |
|                                     |  | Fecha    | 1/06/2020      |

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>REFERENCIA</b>            | Datos de laboratorio  |
| <b>SOLICITANTE</b>           | Karen Giovana Cardetti Quispe / Luis David Nachuco Bances   |
| <b>TESIS</b>                 | Diseño Estructural Sismorresistente empleando Fibras de Neumático Reciclado como Aporte a la Resistencia Estructural, Asentamiento Humano Monterrey, Ate 2021 |
| <b>UBICACIÓN</b>             | Lima - Perú   |
| Fecha de emisión: 28/06/2021 |   |

| IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD EN DÍAS | FUERZA MÁXIMA kgf | ÁREA cm <sup>2</sup> | ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup> | F <sub>t</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup> | % F <sub>t</sub> |
|-----------------------------|------------------|-----------------|--------------|-------------------|----------------------|-----------------------------|--|------------------|
| 10% DE CAUCHO               | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7            | 13483.5           | 76.5                 | 171.7                       | 210.0                                    | 81.8             |
| 10% DE CAUCHO               | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7            | 12988.6           | 76.5                 | 165.4                       | 210.0                                    | 78.8             |
| 10% DE CAUCHO               | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7            | 13096.7           | 76.5                 | 166.8                       | 210.0                                    | 79.4             |
| 10% DE CAUCHO               | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14           | 15616.5           | 76.5                 | 198.8                       | 210.0                                    | 94.7             |
| 10% DE CAUCHO               | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14           | 15275.0           | 76.5                 | 194.5                       | 210.0                                    | 92.6             |
| 10% DE CAUCHO               | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14           | 15386.0           | 76.5                 | 196.9                       | 210.0                                    | 93.3             |
| 10% DE CAUCHO               | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28           | 17489.0           | 76.5                 | 222.4                       | 210.0                                    | 106.9            |
| 10% DE CAUCHO               | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28           | 17183.0           | 76.5                 | 217.8                       | 210.0                                    | 103.7            |
| 10% DE CAUCHO               | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28           | 17286.0           | 76.5                 | 219.8                       | 210.0                                    | 104.7            |

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referenciante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Elaborado por:</b>   | <b>Revisado por:</b>  | <b>Aprobado por:</b>  |
|  |  |  |
| Jefe de Laboratorio   | Ingeniero de Suelos y Pavimentos  | Control de Calidad MTL GEOTECNIA  |

| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | FORMATO   | Código  | AE-FC-125  |
|-------------------------------------|---|---------|------------|
|                                     | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECIMENES DE CONCRETO CILÍNDRICO | Versión | 01         |
|                                     |   | Fecha   | 30-04-2018 |
|                                     |   | Página  | 1 de 1     |

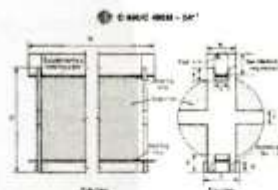
|                       |   |  |                              |
|-----------------------|---|--|------------------------------|
| TESIS                 | Diseño Estructural Simposisterie empleando Fibras de Neumático Reciclado como Aporte a la Resistencia Estructural, Asentamiento Humano Montemay, Ato 2021 |  |                              |
| SOLICITANTE           | Kharen Giovana Candiotti Gurspe / Luis David Nachuco Sanchez  |  | REALIZADO POR : P. Taseyco   |
| CÓDIGO DE PROYECTO    | ---   |  | REVISADO POR : D. Coto       |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | LIMA  |  | FECHA DE ENSAYO : 28/08/2021 |
| FECHA DE EMISIÓN      | 28/05/2021  |  | TURNO : Diurno               |
| Tipo de muestra       | Concreto endurecido   |  |                              |
| Presentación          | Especímenes Cilíndricos   |  |                              |
| Peso de diseño        | 210 kg/cm <sup>2</sup>  |  |                              |

RESISTENCIA A LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C496

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD    | DIAMETRO (CM) | CARGA (KG) | RESISTENCIA (KG/CM <sup>2</sup> ) |
|----------------|------------------|-----------------|---------|---------------|------------|-----------------------------------|
| PATRON         | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7 días  | 10.0          | 6683.0     | 22 kg/cm <sup>2</sup>             |
| PATRON         | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7 días  | 10.0          | 7097.1     | 23 kg/cm <sup>2</sup>             |
| PATRON         | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7 días  | 10.0          | 6536.3     | 21 kg/cm <sup>2</sup>             |
| PATRON         | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14 días | 10.0          | 7281.7     | 23 kg/cm <sup>2</sup>             |
| PATRON         | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14 días | 10.0          | 7420.5     | 24 kg/cm <sup>2</sup>             |
| PATRON         | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14 días | 10.0          | 7326.0     | 23 kg/cm <sup>2</sup>             |
| PATRON         | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28 días | 10.0          | 7748.0     | 25 kg/cm <sup>2</sup>             |
| PATRON         | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28 días | 10.0          | 7695.0     | 24 kg/cm <sup>2</sup>             |
| PATRON         | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28 días | 10.0          | 7756.0     | 25 kg/cm <sup>2</sup>             |

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MTL GEOTECNIA.
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.



| Elaborado por:      | Revisado por:                    | Aprobado por:                    |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                     |                                  |                                  |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |

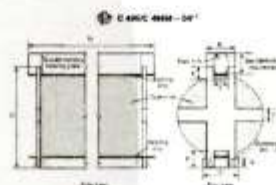
|   |   |         |            |
|---|---|---------|------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES   | FORMATO   | Códigos | AE-PO-125  |
|   | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECIMENES DE CONCRETO CILINDRICO | Versión | 01         |
|   |   | Fecha   | 20-04-2019 |
|   |   | Página  | 1 de 1     |
| <b>TEBIS</b> : Diseño Estructural Sismorresistente empleando Fibras de Neumático Reciclado como Aporte a la Resistencia Estructural, Asentamiento Humano Monterrey, Ate 2021<br><b>SOLICITANTE</b> : Karen Giovana Candiotti Guispe / Luis David Nachuco Balcaes<br><b>CÓDIGO DE PROYECTO</b> : ---<br><b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b> : LIMA<br><b>FECHA DE EMISIÓN</b> : 28/06/2021<br><b>REALIZADO POR</b> : P. Tassayco<br><b>REVISADO POR</b> : D. Ccofo<br><b>FECHA DE ENSAYO</b> : 28/06/2021<br><b>TURNOS</b> : Diurno |   |         |            |
| <b>Tipo de muestra</b> : Concreto endurecido<br><b>Presentación</b> : Especímenes Cilíndricos<br><b>Peso de diseño</b> : 210 kg/cm <sup>2</sup>   |   |         |            |

RESISTENCIA A LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C496

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD    | DIAMETRO (CM) | CARGA (KG) | RESISTENCIA (KG/CM <sup>2</sup> ) |
|----------------|------------------|-----------------|---------|---------------|------------|-----------------------------------|
| 5% DE CAUCHO   | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7 días  | 10.0          | 7219.5     | 23 kg/cm <sup>2</sup>             |
| 5% DE CAUCHO   | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7 días  | 10.0          | 7433.6     | 24 kg/cm <sup>2</sup>             |
| 5% DE CAUCHO   | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7 días  | 10.0          | 7199.1     | 23 kg/cm <sup>2</sup>             |
| 5% DE CAUCHO   | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14 días | 10.0          | 7627.1     | 24 kg/cm <sup>2</sup>             |
| 5% DE CAUCHO   | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14 días | 10.0          | 7700.6     | 25 kg/cm <sup>2</sup>             |
| 5% DE CAUCHO   | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14 días | 10.0          | 7593.2     | 24 kg/cm <sup>2</sup>             |
| 5% DE CAUCHO   | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28 días | 10.0          | 8016.0     | 26 kg/cm <sup>2</sup>             |
| 5% DE CAUCHO   | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28 días | 10.0          | 7968.0     | 25 kg/cm <sup>2</sup>             |
| 5% DE CAUCHO   | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28 días | 10.0          | 7926.0     | 25 kg/cm <sup>2</sup>             |

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MTL GEOTECNIA.
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.



|                     |                                  |                                  |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Elaborado por:      | Revisado por:                    | Aprobado por:                    |
|                     |                                  |                                  |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |

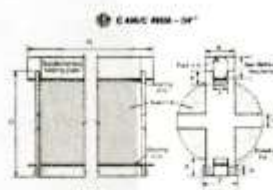
|   |   |         |            |
|---|---|---------|------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES   | FORMATO   | Código  | AE-FO-125  |
|   | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES DE CONCRETO CILÍNDRICO | Versión | 01         |
|   |   | Fecha   | 30-04-2018 |
|   |   | Página  | 1 de 1     |
| <b>TESIS</b> : Diseño Estructural Sismorresistente empleando Fibras de Neumático Reciclado como Aporte a la Resistencia Estructural, Asentamiento Humano Monterrey, Ate 2021<br><b>SOLICITANTE</b> : Khann Giovana Candiotti Guispe / Luis David Nachuco Sances<br><b>CÓDIGO DE PROYECTO</b> : ---<br><b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b> : LIMA<br><b>FECHA DE EMISIÓN</b> : 28/05/2021<br><b>REALIZADO POR</b> : P. Tassayco<br><b>REVISADO POR</b> : D. Coto<br><b>FECHA DE ENSAYO</b> : 28/05/2021<br><b>TURNO</b> : Diaño<br><b>Tipo de muestra</b> : Concreto endurecido<br><b>Presentación</b> : Especímenes Cilíndricos<br><b>F'c de diseño</b> : 210 kg/cm <sup>2</sup> |   |         |            |

RESISTENCIA A LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C496

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD    | DIAMETRO (CM) | CARGA (KG) | RESISTENCIA (KG/CM <sup>2</sup> ) |
|----------------|------------------|-----------------|---------|---------------|------------|-----------------------------------|
| 10% DE CAUCHO  | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7 días  | 10.0          | 7872.1     | 25 kg/cm <sup>2</sup>             |
| 10% DE CAUCHO  | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7 días  | 10.0          | 7739.5     | 25 kg/cm <sup>2</sup>             |
| 10% DE CAUCHO  | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7 días  | 10.0          | 7770.1     | 25 kg/cm <sup>2</sup>             |
| 10% DE CAUCHO  | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14 días | 10.0          | 7896.5     | 25 kg/cm <sup>2</sup>             |
| 10% DE CAUCHO  | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14 días | 10.0          | 7918.5     | 25 kg/cm <sup>2</sup>             |
| 10% DE CAUCHO  | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14 días | 10.0          | 7876.5     | 25 kg/cm <sup>2</sup>             |
| 10% DE CAUCHO  | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28 días | 10.0          | 8126.0     | 26 kg/cm <sup>2</sup>             |
| 10% DE CAUCHO  | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28 días | 10.0          | 8098.0     | 26 kg/cm <sup>2</sup>             |
| 10% DE CAUCHO  | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28 días | 10.0          | 8114.0     | 26 kg/cm <sup>2</sup>             |

OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MTL GEOTECNIA.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.



|                     |                                  |                                  |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Elaborado por:      | Revisado por:                    | Aprobado por:                    |
|                     |                                  |                                  |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |

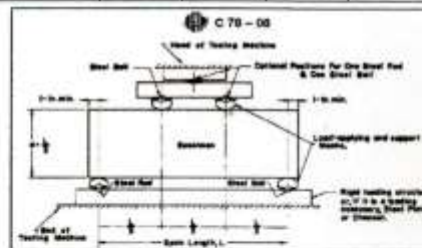


| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | FORMATO  | Código  | AE-PO-124  |
|-------------------------------------|--|---------|------------|
|                                     | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO | Versión | 01         |
|                                     |  | Fecha   | 30-04-2020 |
|                                     |  | Página  | 1 de 1     |

|                    |   |  |                              |
|--------------------|---|--|------------------------------|
| TESIS              | Diseño Estructural Sismorresistente empleando Fibras de Neumático Reciclado como Aporte a la Resistencia Estructural, Asentamiento Humano Monterrey, Ate 2021 |  |                              |
| SOLICITANTE        | Kharen Giovana Candiotti Quispe / Luis David Nachuco Bancas   |  | REALIZADO POR : P. Taseyco   |
| CÓDIGO DE PROYECTO | ---   |  | REVISADO POR : D. Cocco      |
| UBICACIÓN DE LAB.  | LIMA  |  | FECHA DE ENSAYO : 28/06/2021 |
| FECHA DE EMISIÓN : | 28/06/2021  |  | TURNO : Diurno               |
| Tipo de muestra    | Concreto endurecido   |  |                              |
| Presentación       | Especímenes prismáticos   |  |                              |
| F'c de diseño      | 210 kg/cm <sup>2</sup>  |  |                              |

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD    | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE | MÓDULO DE ROTURA      |
|----------------|------------------|-----------------|---------|--------------------|-----------|-----------------------|
| PATRÓN         | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7 días  | 2                  | 45.0      | 33 kg/cm <sup>2</sup> |
| PATRÓN         | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7 días  | 2                  | 45.0      | 35 kg/cm <sup>2</sup> |
| PATRÓN         | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7 días  | 2                  | 45.0      | 35 kg/cm <sup>2</sup> |
| PATRÓN         | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14 días | 2                  | 45.0      | 36 kg/cm <sup>2</sup> |
| PATRÓN         | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14 días | 2                  | 45.0      | 36 kg/cm <sup>2</sup> |
| PATRÓN         | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14 días | 2                  | 45.0      | 35 kg/cm <sup>2</sup> |
| PATRÓN         | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28 días | 2                  | 45.0      | 39 kg/cm <sup>2</sup> |
| PATRÓN         | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28 días | 2                  | 45.0      | 39 kg/cm <sup>2</sup> |
| PATRÓN         | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28 días | 2                  | 45.0      | 39 kg/cm <sup>2</sup> |



OBSERVACIONES:

- \* Muestras Proporcionadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

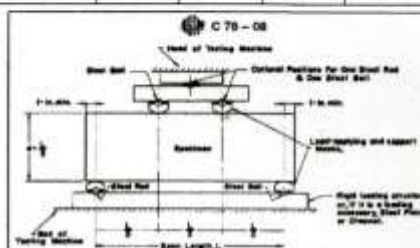
| Elaborado por:      | Revisado por:                    | Aprobado por:                    |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                     |                                  |                                  |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |

| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | FORMATO  | Código  | AE-PO-124  |
|-------------------------------------|--|---------|------------|
|                                     | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO | Versión | 01         |
|                                     |  | Fecha   | 30-04-2020 |
|                                     |  | Página  | 1 de 1     |

|                          |   |                 |             |
|--------------------------|---|-----------------|-------------|
| TESIS                    | Diseño Estructural Sismorresistente empleando Fibras de Neumático Reciclado como Aporte a la Resistencia Estructural, Asentamiento Humano Monterrey, Ate 2021 |                 |             |
| SOLICITANTE              | Kharen Giovana Candotti Quispe / Luis David Nachuco Blancos   | REALIZADO POR   | P. Tassayco |
| CÓDIGO DE PROYECTO       | ---   | REVISADO POR    | D. Cocco    |
| UBICACIÓN DE LAB.        | LIMA  | FECHA DE ENSAYO | 28/06/2021  |
| FECHA DE EMISIÓN         | 28/06/2021  | TURNO           | Diurno      |
| Tipo de muestra          | Concreto endurecido   |                 |             |
| Presentación             | Especímenes prismáticos   |                 |             |
| F <sub>c</sub> de diseño | 210 kg/cm <sup>2</sup>  |                 |             |

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD    | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE | MÓDULO DE ROTURA      |
|----------------|------------------|-----------------|---------|--------------------|-----------|-----------------------|
| 5% DE CAUCHO   | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7 días  | 2                  | 45.0      | 37 kg/cm <sup>2</sup> |
| 5% DE CAUCHO   | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7 días  | 2                  | 45.0      | 36 kg/cm <sup>2</sup> |
| 5% DE CAUCHO   | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7 días  | 2                  | 45.0      | 37 kg/cm <sup>2</sup> |
| 5% DE CAUCHO   | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14 días | 2                  | 45.0      | 40 kg/cm <sup>2</sup> |
| 5% DE CAUCHO   | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14 días | 2                  | 45.0      | 39 kg/cm <sup>2</sup> |
| 5% DE CAUCHO   | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14 días | 2                  | 45.0      | 38 kg/cm <sup>2</sup> |
| 5% DE CAUCHO   | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28 días | 2                  | 45.0      | 41 kg/cm <sup>2</sup> |
| 5% DE CAUCHO   | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28 días | 2                  | 45.0      | 41 kg/cm <sup>2</sup> |
| 5% DE CAUCHO   | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28 días | 2                  | 45.0      | 41 kg/cm <sup>2</sup> |



OBSERVACIONES:

- \* Muestras Proporcionadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

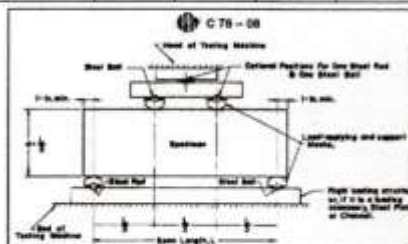
|                     |                                  |                                  |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Elaborado por:      | Revisado por:                    | Aprobado por:                    |
|                     |                                  |                                  |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |

| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | FORMATO  | Código  | AE-PO-124  |
|-------------------------------------|--|---------|------------|
|                                     | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO | Versión | 01         |
|                                     |  | Fecha   | 30-04-2020 |
|                                     |  | Página  | 1 de 1     |

|                           |   |                 |              |
|---------------------------|---|-----------------|--------------|
| TESIS                     | : Diseño Estructural Sismorresistente empleando Fibras de Neumático Reciclado como Aporte a la Resistencia Estructural, Asentamiento Humano Monterrey, Ate 2021 |                 |              |
| SOLICITANTE               | : Kharen Giovana Candiotti Guepe / Luis David Nachuco Bancas  |                 |              |
| CÓDIGO DE PROYECTO        | : ---   | REALIZADO POR   | : P. Tasayco |
| UBICACIÓN DE LAB          | : LIMA  | REVISADO POR    | : D. Cooke   |
| FECHA DE EMISIÓN          | : 28/06/2021  | FECHA DE ENSAYO | : 28/06/2021 |
|                           |   | TURNOS          | : Diurno     |
| Tipo de muestra           | : Concreto endurecido   |                 |              |
| Presentación              | : Especímenes prismáticos   |                 |              |
| F <sub>td</sub> de diseño | : 210 kg/cm <sup>2</sup>  |                 |              |

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD    | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE | MÓDULO DE ROTURA      |
|----------------|------------------|-----------------|---------|--------------------|-----------|-----------------------|
| 10% DE CAUCHO  | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7 días  | 2                  | 45.0      | 36 kg/cm <sup>2</sup> |
| 10% DE CAUCHO  | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7 días  | 2                  | 45.0      | 35 kg/cm <sup>2</sup> |
| 10% DE CAUCHO  | 31/05/2021       | 7/06/2021       | 7 días  | 2                  | 45.0      | 36 kg/cm <sup>2</sup> |
| 10% DE CAUCHO  | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14 días | 2                  | 45.0      | 37 kg/cm <sup>2</sup> |
| 10% DE CAUCHO  | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14 días | 2                  | 45.0      | 37 kg/cm <sup>2</sup> |
| 10% DE CAUCHO  | 31/05/2021       | 14/06/2021      | 14 días | 2                  | 45.0      | 37 kg/cm <sup>2</sup> |
| 10% DE CAUCHO  | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28 días | 2                  | 45.0      | 40 kg/cm <sup>2</sup> |
| 10% DE CAUCHO  | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28 días | 2                  | 45.0      | 40 kg/cm <sup>2</sup> |
| 10% DE CAUCHO  | 31/05/2021       | 28/06/2021      | 28 días | 2                  | 45.0      | 40 kg/cm <sup>2</sup> |



OBSERVACIONES:

- \* Muestras Proporcionadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

| Elaborado por:      | Revisado por:                    | Aprobado por:                    |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                     |                                  |                                  |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, CANDIOTTI QUISPE KHAREN GIOVANA, NACHUCHO BANCES LUIS DAVID estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORESISTENTE EMPLEANDO FIBRA DE NEUMÁTICO RECICLADO COMO APOORTE A LA RESISTENCIA ESTRUCTURAL, ASENTAMIENTO HUMANO MONTERREY, ATE 2021", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

| <b>Nombres y Apellidos</b>  | <b>Firma</b>   |
|---|--|
| NACHUCHO BANCES LUIS DAVID<br><b>DNI:</b> 47415784<br><b>ORCID</b> 0000-0003-2001-9246      | Firmado digitalmente por:<br>LNACHUCHOB el 01-08-2021 19:51:41   |
| CANDIOTTI QUISPE KHAREN GIOVANA<br><b>DNI:</b> 45724091<br><b>ORCID</b> 0000-0003-0103-5312 | Firmado digitalmente por:<br>KGCANDIOTTIQ el 26-07-2021 09:37:58 |

Código documento Trilce: INV - 0425449



